



Munich Personal RePEc Archive

Research on Night Soil Management in Mt. Fuji

Kasai, Katsuya

Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University

January 2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/52227/>

MPRA Paper No. 52227, posted 15 Dec 2013 05:18 UTC

富士山における屎尿処理マネジメントに関する研究

Research on Night Soil Management in Mt. Fuji

笠井 勝也*

要旨：富士山の山小屋が補助金を受けて設置した自己処理型トイレの維持管理コスト確保が困難な状況に陥っている。本稿では原因究明および解決策を提言するため、総合パフォーマンス評価による自己処理型トイレの評価, PSM 分析を用いた適正トイレ使用料金の推定, インタビューおよび現地視察により、(i) 設置場所の環境に適した屎尿処理装置が導入されているか, (ii) 協力金の設定金額は妥当であるか, (iii) 協力金回収方法は妥当であるかにつき検討した。更に、今後の富士山の環境マネジメントに必要な予算を確保するため, CVM を用いて入山料徴収制度の実現可能性について検討した。その結果、総合パフォーマンス評価を用いた屎尿処理装置の選定および入山料徴収制度の導入が、富士山における山小屋トイレ維持管理費確保問題の解決に寄与しうることが確認された。

キーワード：富士山、自己処理型トイレ、維持管理費、仮想的市場評価法、価格感度測定法

Abstract : In Mt. Fuji, self-disposal toilets installed at mountain huts by subsidy are facing difficulties in securing operation and maintenance funds. Aiming to propose promising solutions for this issue, this article examined whether (i) self-disposal toilets in Mt. Fuji were installed appropriately in consideration of local conditions; (ii) the pay for these toilets was fairly priced; and (iii) collected in appropriate manners, through developing the scoring method for selecting the type of self-disposal toilets, estimating optimum usage fee by PSM analysis, and interviewing mountain hut owners. Additionally, this paper estimated WTP for the entrance fee in Mt. Fuji in order to explore the feasibility of it. The results lead to the conclusion that applying the scoring method for the selection of the type of toilets and the introduction of entrance fee system contribute to solving the problem in Mt. Fuji.

Key Words : Mt. Fuji, Self-disposal toilets, O&M costs, CVM, Price sensitivity measurement

* 京都大学大学院 地球環境学舎 地域資源計画論研究室

目 次

1. 序論	2
1.1. 背景	2
1.2. 研究の目的	3
1.3. 研究方法	4
2. 富士山概説	5
2.1. 富士山の自然と環境	5
2.2. 富士登山	10
2.3. 富士山トイレ問題	13
3. 自己処理型トイレ	16
3.1. 環境技術実証モデル事業（ETV 事業）	17
3.2. 自己処理型トイレ分類	18
3.3. 実証番号交付済装置の処理方式	19
4. 自己処理型トイレスコアリング評価	23
4.1. 自己処理型トイレ評価方法	24
4.2. 快適性パフォーマンス	25
4.3. 環境パフォーマンス評価	28
4.4. 経済性パフォーマンス評価	34
4.5. 総合パフォーマンス評価	39
4.6. 自己処理型トイレ選定方法	41
5. 富士山屎尿処理マネジメント	43
5.1. 富士山環境マネジメントの現状と課題	43
5.2. PSM 分析によるトイレ使用価格の調査	45
5.3. 協力金回収方法	50
5.4. CVM による入山料 WTP の調査	53
6. 結 論	64
6.1. 仮説の検証結果	64
6.2. 自己処理型トイレ選定方法	66
6.3. 山小屋トイレの持続可能なマネジメント	69
引用・参考文献	72

1. 序 論

1.1. 背景

近年、各種メディアを通して地球温暖化などの地球環境問題の深刻さが報道されている。地球環境問題を解決するために「持続可能な発展」への転換が必要である。持続可能な発展という概念は、1987年にブルントラント委員会の報告書『*Our Common Future*』の中で提唱されたものであり、「Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs」¹と定義されている。

このような win-win の関係を構築するのは容易ではない。枯渇寸前である資源を奪い合い、環境容量を無視した経済活動を展開している現状を鑑みると、「持続可能な発展」は不可能ではないかと感じてしまう。一例を上げれば、GHGs の排出削減問題が挙げられる。2008年に京都議定書の第一約束期間に入ったばかりであるが、既に複数の国において削減目標をクリアすることが困難な状況に陥っている。更に2008年12月に開催された気候変動枠組み条約第14回締約国会議（COP14）では、先進国と途上国の意見に歩み寄りはなく、今後の交渉の困難さを暗示させたと言える。地球温暖化は、動植物だけでなく人類の生存にも深刻な影響を与える可能性が高い問題であるにも拘わらずこの有様である。このような現実には、多くの国が依然として経済発展を優先していることを表している。今後益々、環境問題が悪化し、我々の生活に負のインパクトをもたらすだろう。このような緊急事態を目前にした現状では、世界各国の合意や国の施策を悠長に待っては行かない。最悪の状況を逃れるためには、地域単位で機動性のある独立した環境活動が不可欠である。環境問題は複雑でその解決は容易ではないが、問題を引き起こしている原因を適切に抽出し、トップダウン・ボトムアップを併用したインタラクティブな対策を施すことにより、影響を軽減することができると考えられる。

上述のような背景の中、富士山の山小屋が補助金を受けて導入した自己処理型トイレの維持管理費の確保が困難な状況に陥っているという問題を知った。この

¹ World Commission on Environment and Development, 1987, *Our Common Future*, Oxford University Press

問題が悪化すれば、以前のように不衛生な垂れ流し状態に逆戻りしてしまうことが懸念されている。世界文化遺産への登録を目指す日本の代表的な山である富士山において、このような問題が発生しているのは非常に残念である。この問題の原因として、「協力金を支払わない登山者のモラルの問題であるため、効果的な解決策はない」とされていることが多いが、単純に利用者のモラルの問題として片付けられるものではない。

富士山には毎年 30 万人を超える登山者が訪れており、オーバーユース（過剰利用）状態であると言える。このような現状への対策として、入山料徴収による環境整備や入山制限が考えられるが、富士山を管理する各主体間の関係の複雑さが、コンセンサス構築の弊害となっていると想定される。他にも、協力金額の設定、徴収方法の妥当性および、導入済尿尿処理装置の適切性など不透明な点が多く、「白い川」と揶揄された垂れ流し状態は脱したとは言え、依然として、富士山の尿尿処理マネジメントには問題が山積している。

近年の中高年や若い女性を中心とした登山ブームにより登山人口が増加していることから考えると、山岳地のトイレ整備や尿尿処理問題はより一層切実なものになると予想される。この問題に対して、筆者が 2007 年に履修した長期インターン研修（特定非営利活動法人グラウンドワーク三島）において、環境技術実証モデル事業（ETV 事業）山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書を作成した経験および、これまでの職業経験を生かし、日本一の山である富士山における適切な尿尿処理マネジメントの研究に取り組むに至った。

1.2. 研究の目的

本研究では、現地調査（山小屋オーナーおよび利用者へのインタビューやアンケート調査）、文献調査等により、富士山における山小屋トイレ維持管理費問題の現状把握・原因分析を実施する。

原因の 1 つであると想定される、設置場所の環境に適さない尿尿処理装置の導入を防ぐため、総合パフォーマンス評価により各種尿尿処理技術（装置）の比較を行い、富士山の環境に適した尿尿処理装置の選定方法の提案を行う。この調査

結果を受け、最適な協力金額の設定および入山料徴収によるトイレ維持管理費確保の可能性の調査を実施し、問題提起や解決策の提案を行う。

最終的には、本研究の成果を関係各機関へフィードバックし、現実社会へ反映させることを目的とする。

1.3. 研究方法

本研究では、富士山屎尿処理マネジメントの問題点に関する仮説を3つ立てた。3つの仮説を検証するため、環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野実証試験結果報告書のデータをベースとした自己処理型トイレの総合パフォーマンス評価、富士山現地調査（山小屋オーナーへのインタビュー、登山者への各種アンケート調査、各管理主体担当者へのインタビュー）および文献調査等を実施した。その結果から仮説の実証および、問題解決策について考察を行った。

仮説Ⅰ 富士山の環境マネジメントに適していない維持管理費が高額なトイレが設置されている

調査方法・内容

山小屋へのインタビュー（設置屎尿処理装置の種類、稼働状況、維持管理費徴収状況、今後の展望など）、各種自己処理型トイレの総合パフォーマンス評価、自己処理型トイレ選定方法開発に向けた考察等

仮説Ⅱ 静岡県側 200 円、山梨県側 100 円である協力金の設定に矛盾がある

調査方法・内容

山小屋オーナーへのインタビュー、トイレ利用者への妥当協力金額の調査（PSM 分析）、静岡県、山梨県の担当者へのインタビュー、文献調査等

仮説Ⅲ 富士山山小屋トイレ協力金回収方法の適切性に問題がある

調査方法・内容

山小屋オーナーへのインタビュー、各自治体担当者へのインタビュー、入山

料徴収によるトイレ維持管理費確保への支払意志額の調査（CVM）、文献調査等

2. 富士山概説

2.1. 富士山の自然と環境²

(1) 所在地

最高峰の剣ヶ峰の二等三角点を基準とした富士山の位置は、北緯 35 度 21 分 38 秒，東経 138 度 43 分 39 秒，静岡県と山梨県にまたがってそびえている。山頂に関しては，1974（昭和 49）年の最高裁の判決で，富士山 8 合目以上の土地およそ 400 万㎡のうち，富士山測候所や登山道などを除くおよそ 385 万㎡は，富士山本宮浅間大社に所有権があるとされた。裾野はそれぞれの県に分かれているが，山頂の県境は決まっていないため，未だ登記されていない。



図1 富士山と日本列島周辺のプレート
(出典:富士砂防事務所 Website)

この一帯は，北アメリカプレート，ユーラシアプレート，フィリピン海プレートの 3 つのプレートが地中で重なり合う地点であり（図 1），さらに東からは太平洋プレートが沈み込んでいる。このように 4 つのプレートが複雑に重なり合う地点は，地球上でも極めて珍しい。噴火活動に影響を与えていると考えられている。

(2) 高さ

標高 3,776m，この値は国土地理院が公表した測定結果を元に定められている。日本の山の中で 1 番の高さを誇り，2 番目に続く南アルプスの「北岳」（3,193m）よりも 583m 高い。

² 特定非営利活動法人・富士山検定協会『富士山検定公式ガイドブック』（初版 2006.12.25）

(3) 形状

典型的な成層火山である．ほぼ同じ場所から噴火を繰り返し，その火口周辺に溶岩流や砕屑岩（溶岩以外の噴出物）を堆積しながら円錐形に近い現在の形を形成した．火口は小さく，山頂に近くにしながら傾斜が急になるのが特徴である．裾野の広さは南北に約44km，東西に約38kmである．麓から富士山を眺めると完全に近い円錐形をしているように見えるが，等高線をみると，北西から南東方向に長軸を持つ楕円形をしていることが分かる．また，富士山は①小御岳，②古富士，③新富士の3層構造となっている（図2）．

① 小御岳火山

50 万年前から 10 万年前までの間，愛鷹山や箱根山と同時期に繰り返された噴火活動により生成された．安山岩溶岩や火山砕屑岩を火口周辺に積み重ねながら，活動が落ちつくまでに約 2,400m の山体を形成した．

② 古富士火山

約 10 万年前頃から，小御岳火山の南斜面，現在の富士山の噴火口あたりから大規模な噴火を繰り返し誕生した火山である．この時期，幾度となく起こった激しい爆発型の噴火によって，火山灰や溶岩流が周辺各所に流出・堆積して小御岳火山を覆った．また，この時期は氷河期であったため，一帯を覆っていた雪や氷河が高温の溶岩によって溶け出し，噴出物と混ざって泥流となった．これが「古富士泥流」であり，現在の富士山の地下水脈となっている．古富士火山の標高は約 2,700m 以上に達したと考えられているが，その活動末期には大規模な山体崩壊を複数回繰り返した．

③ 新富士火山

縄文時代の草創期にあたる約 1 万 1000 年前，古富士火山の噴火から，流動性の

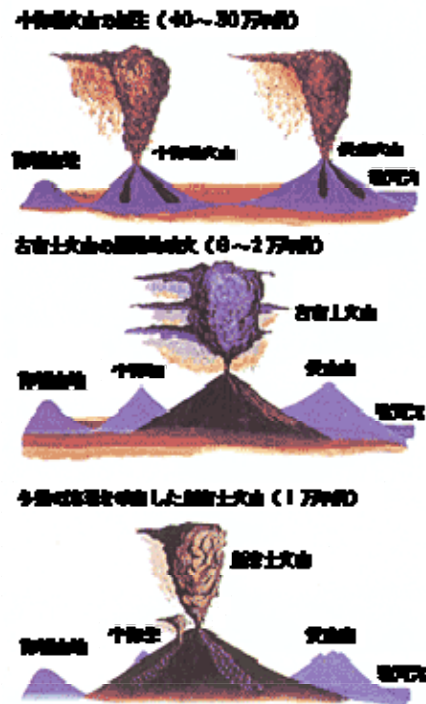


図2 富士山形成の歴史
(出典：富士山ネットワーク Website)

高い玄武岩溶岩を噴出されたことにより誕生した。大量に流れた溶岩流は、小御岳、古富士の両火山を多い尽くし現在の姿を形成した。1 万 1000 年前から 8000 年前までの初期がもっとも噴火が盛んで、溶岩流は静岡県三島市や、山梨県大月市にまでおよんだ。この頃に、現在の姿がほぼ完成したとされている。最後の噴火は 1707（宝永 4）年の宝永の大噴火である。それ以後、約 300 年噴火していないが、現在も新富士火山は活動期にあると考えられている。

(4) 地質

現在の表面を覆っているのは主に新富士火山の噴出物であり、その噴出物のほとんどは玄武岩で構成されている。1707 年の宝永の大噴火の際には、デイサイト、安山岩の軽石やスコリアも噴出した。玄武岩溶岩の特徴は流動性が非常に高く、冷えて流速が衰えると縄状の模様が見られる縄状溶岩へと変わる。日本列島には様々な火山が存在するが、安山岩からなるものが多く、富士山のようにほぼ玄武岩からなる大規模な模火山は珍しいとされている。

(5) 湧水

富士山一帯の年間降水量は約 20 億トンとも 25 億トンとも言われている。しかし、この大量の水が山肌を流れることはほとんどなく、多くは地下へ吸い込まれ裾野で湧出する。富士山の火山層のうち、表層を覆っている新富士火山の噴出物は、玄武岩や火山砂礫などであるため浸透性が高い。

地下に浸透した水は幾重にも積み重なった溶岩の隙間を流れたり、古富士火山の表面にあたる水を透しにくい古富士泥流層まで達するなどして、山の傾斜に沿って裾野への徐所に流れて行く。主な湧水としては、北麓の忍野八海や富士五湖の湖底、西側の井之頭湧水郡や湧玉池、南東側の柿田川などがあり、富士山の四方八方に分布している。

(6) 植生

富士山の植生は垂直分布している。垂直分布とは、土地の高度による気温変化

の関係から見た生物の分布のことである。一般的に、標高が 100m 上がるごとに気温が約 0.6 度ずつ下がる。その温度差による生育植物の違いによって、山麓から山頂までが 5 つの地帯に分類される。700m 以下が低地帯、700～1,600m が山地帯、1,600～2,500m が亜高山帯、2,500m 以上が高山帯、3,300m 以上が上部高山帯と呼ばれる。しかし、1707 年に起こった「宝永の大噴火」によってスコアリスが大量に堆積した南東斜面だけは、この垂直分布に当てはまらない。この地帯は、未だ土壌回復の最中である。

(7) 森林限界

高木があるか無いかの境界線となる標高 2,500m 付近の森林限界地帯は、麓からも容易に確認することができる。それは、雪をかぶるか、かぶらないかである。

俗に“白い帽子（積雪のこと）をかぶった状態”といわれる姿に富士山が見えるのは、森林限界があることによる。この雪は、高度の高い地帯にのみ雪が降っていることを示すわけではない。雪は、麓から山頂まで各所に降っているのだが、森林限界以下には高木が生い茂り、樹木以上に雪が積もることがないため、富士山全景が見える場所からは、積雪を確認することができないだけなのである。

(8) 永久凍土

2 年以上連続で地底温度が 0 度以下を保ち、凍結状態がつづく土壌のことを永久凍土という。凍土は砂礫をつなぎ合わせる役目を果たしている。それまで日本に存在しないとされていたが、1970 年、富士山頂で発見された。

国立極地研究所、静岡大学、筑波大学の研究グループが日本雪氷学会で発表した初の地中温度連続観測によれば、1976 年に 8 合目付近がその分布域の下限と推定されていたものが、2000 年の調査では、山頂付近のみと 300m も縮小したという。これは、地球の温暖化の影響を受け、山頂の年平均気温が約 0.8 度上昇したことに起因する。永久凍土の分布域の減少によって土砂崩れが起りやすくなることが懸念されている。

(9) 生物

現在、富士山で生息が確認されている哺乳類の数は約 40 種類である。そのほとんどが夜行性であるため、昼間はあまり見ることができない。また、富士山がほかの山地との往来が難しい独立した山であり、比較的成立が新しいためか、小さな哺乳類が中心で、大型哺乳類が少ない点も特徴である。中でも多いのがネズミ・モグラ類である。海拔が低く草原の多い地帯では、地表では乾燥を好む草食性のカヤネズミやハタネズミ、地中にはコウベモグラとアズマモグラが生息する。コウベモグラは主に西日本、アズマモグラは主に東日本に分布し、より身体の大きいコウベモグラが東進するように勢力を広げているが、その勢力の境界が富士山一帯と考えられている。また、青木ヶ原樹海など溶岩流上に広がる針葉樹林内では、日本に生息するモグラ類の中で最小であるヒメヒズミ、ネズミ類ではヒンドミメネズミやカゲネズミが多い。さらに海拔の高い標高 2,400m 以上の砂礫地帯では、乾燥地帯でも生息可能なホンダアカネズミ、乾燥を好むハタネズミが頂上付近の至る所で見ることができる。このように、ネズミ・モグラ類は、富士山麓から山頂付近までに広く分布する哺乳類である。

大型種の代表例としては、ツキノワグマ、タヌキ、アカギツネ、ニホンジカなどがある。さらに、標高 1,300m 以上の混交林では、絶滅の危機に瀕し、1955 年に国の特別天然記念物に指定されたニホンカモシカの生息も確認されている。

(10) 気象

富士山は、気温が低く風の強い山である。富士山測候所における 30 年間（1971～2000 年）の調べでは、年間の平均気温は氷点下 6.4 度であり、10 月～5 月の間は常に平均気温が 0 度を下回る。これまでの最低気温は、1981 年 2 月 27 日に観測された氷点下 38.0 度、最高気温は、1942 年 8 月 13 日に記録された 17.8 度である。年間平均風速は 11.4m/秒、山頂において平均風速が 10.0m/秒を超える日は年間 345 日、15m/秒を超える日は年間 305 日という記録がある。風速は 10m/秒を超えると傘をさして立つことができない、15m/秒を超えれば風に向かって歩くこともできなくなるほどの強さである。それだけの強風が富士山頂には夏の一

時期を除くほぼ毎日吹きつけていることになる。なお、これまでの瞬間最大風速は、1966年9月25日に観測された91.0m/秒で、これは日本一の記録でもある。

山頂の平均気圧は637.8ヘクトパスカルであり、平地の約3分の2である。水の沸点は87.8度であるため、ご飯がうまく炊けない環境だといえる。

富士山の気温の低さは、標高の高さ（高度が100m上がるごとに気温が約0.6度ずつ低下する）が最も大きな要因であるが、風による影響も受けている。富士山は独立峰であるため、吹きつける風は衰えることなく山体に沿って中腹の大気を押し上げながら頂上へと昇る。押し上げられた大気は気圧の変化によって膨張し気温を下げる。こ「断熱膨張」が起こるため、富士山頂は、同標高の自由大気よりもさらに2〜3度気温が低くなる。特に冬期に気温が下がり、氷点下10度以下にまで達するのは、その時期に吹き荒れる季節風の影響を著しく受けるためである。

2.2. 富士登山

(1) 登山の歴史

古代の富士登山については多くの伝説が伝えられており、最初の登山者は明らかになっていない。古くは、聖徳太子が甲斐の名馬「黒駒」を駆って登山をしたという伝説や、修験道の開祖である役小角の登頂、秦の国からやってきた方士・徐福が不老不死の霊薬を探して富士に登ったなど様々な伝説がある。

記録として残っている最古のものとしては、平安時代（794〜1185年頃）後期、都良香によって書かれた『富士山記』である。ここでは、登頂体験者によって語られた富士山頂の噴火口の様子などが詳しく説明されている。平安時代末期には、富士上人と呼ばれた末代が、山頂に大日寺を建立、信仰のために修行を積んだ行者や僧たちが富士登山をはじめた。

鎌倉時代（1185〜1333年）には、富士修験者が発展し、山伏たちが先達となって登山者も増加した。江戸時代（1603〜1867年）初期には富士講が大きく発展し、次第に組織的に富士登山が行われるようになった。富士講では、女人禁制とされていたが、1832年に高山たつという女性が男装して富士講行者とともに富士吉田

口から登ったといわれている。

また、1860年には、英国公使オールコックが外国人としてはじめて富士登山に成功した。1867年には、同じく英国公使パークス夫妻が登山し、外国人女性初の登山者となった。その後、1872年には富士登山の女人禁制が解かれ、富士登山は山岳信仰者だけでなく、大衆にも広く行われるようになった。富士登山は時代の流れとともにその姿を変えていった。

(2) 登山道

古くは甲斐に吉田口、河口湖口、船津口、精進湖口、駿河に大宮口、村山口、須山口、須走口といった登山道があった。しかし、五合目まで車で行けるようになった現在、山頂までの主な登山道は、河口湖・富士吉田登山道、富士宮口登山道、須走口登山道、御殿場口登山道の4つである。

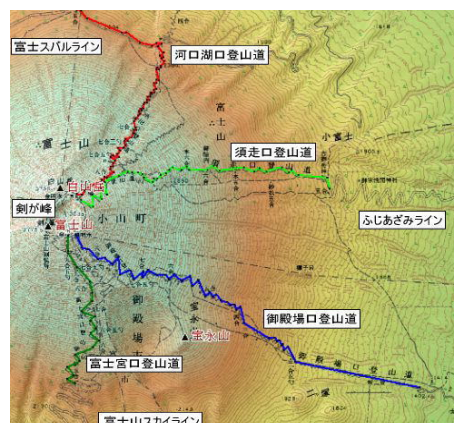


図3 富士山登山ルート
(出典:富士登山に行こう! Website)

河口湖口登山道と須走口登山道は途中で合流するため、頂上に達するのは3道となる(図3)。現在使われている主な4つの登山道のうち、首都圏からアクセスが容易な河口湖口・富士吉田口からの登山者が最も多い(表1)。

表1 富士山登山ルート

	河口湖口	須走口	御殿場口	富士宮口
登山開始標高	2,305m	2,000m	1,440m	2,400m
頂上との標高差	1,471m	1,776m	2,336m	1,376m
登りの楽さ	△	△	×	○
下りの楽さ	△	○	○	×
人の数	とても多い	少なめ	少ない	多い
登山途中の御来光	○	○	○	×
剣が峰の近さ	遠い	遠い	近い	最近
駐車場の混雑度	激しい	普通	空いてる	激しい

(出典: 富士山に行こう! Website: <http://fuji.yamaiko.com/>)

(3) 登山の心得

富士山の山開きは毎年 7 月 1 日、富士山本宮浅間大社、村山浅間神社、北口本宮浅間神社などでは神事や祭りが行われ、この日から山小屋が一斉に営業を開始する。ただ、この時期はまだ梅雨が明けていないため、富士登山の最盛期は 7 月中旬からとなる。特に、お盆休みを中心とした 8 月 10 日から 20 日頃が登山道、山小屋共に最も混雑する時期となる。また、車両規制もこの頃行われるので注意が必要である。ちなみに、富士山頂と麓の気温差は約 20℃以上あり、7 月の山頂平均気温は 4.5℃、8 月が 6℃と平地とは大きな違いがある。

山頂で御来光を拝むならば、明け方の氷点下も覚悟しなくてはならない。また、風が強いことも富士山の特徴であり、年間の平均風速は 11.4m/秒で、一番穏やかな 8 月の平均風速でも 7.4m/秒である。強風によって体感温度も下がるため、山頂ではかなりの厳しさとなる。こうしたことから、防寒対策は必須である。いきなり着込んでしまうと汗をかき過ぎて一気に冷えてしまうため、高度や気温に合わせて徐々に重ね着をしていくと良い。その他にも高山病、紫外線、火山灰などに対し、携帯型の濃縮酸素、サングラス、バンダナやマスクなど、それぞれの対策をとって登山に臨むと良い。

(4) 登山者数推移

1981 年に開設された吉田口登山道 6 合目「富士山安全指導センター」が、富士山夏山シーズン中（7、8 月）の山梨県側の登山者数（センター通過人数）を集計している。最も登山者が多かったのは 2008 年の 24 万 7066 人で、21 年ぶりに 20 万人を突破した。一方、1993 年は、富士山有料道路（富士スバルライン）の土石流災害復旧工事に伴うマイカー規制や残雪による登山道規制、週末の悪天候などが重なり、開設以来最少となった。2008 年は、登山者の増加について、(1) 7、8 月中旬の天候が安定、(2) 世界文化遺産登録の取り組みで注目を集めた、(3) 団塊の世代の余暇利用、(4) 山小屋の快適登山の活動定着—などの要因が重なったと考察されている（表 2；図 4）。

表 2 富士山・登山道別 8 合目以上の登山者数

(各 8 合目付近設置の赤外線カウンター記録 単位:人)

年	吉田口	須走口	御殿場口	富士宮口	合計
2004年	109,000	28,000	6,000	55,000	198,000
2005年	108,247 *	33,000 *	9,000 *	57,962	208,209
2006年	119,631	30,536 *	7,000 *	61,611	218,778
2007年	133,219	32,073 *	10,148 *	66,589	242,029
2008年	172,369	52,323	16,624	64,034	305,350

※7月1日～8月31日の集計人数

※2004は概数(1,000人単位)

※ * 印は補正データ(カウンターの故障などによる数値補正を実施)

(出典:環境省関東地方環境事務所:<http://www.fujisan-net.jp/data/article/1038.html>)

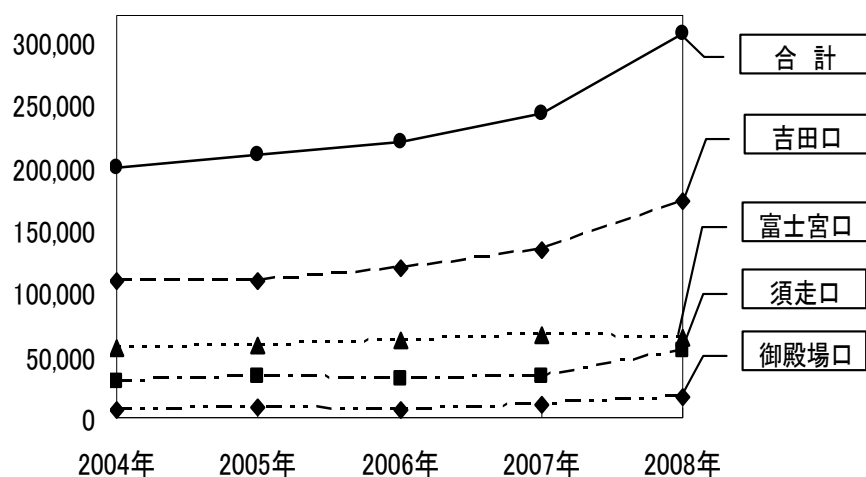


図 4 富士山登山者数推移

(環境省関東地方環境事務所データを元に作成)

2.3. 富士山トイレ問題

(1)「白い川」問題

2003 年、富士山は尿尿処理対策の不備などを理由に世界自然遺産の候補入りが見送られた経緯がある。現在のように環境配慮型トイレが設置される以前は、タンク内に尿尿を溜めておき、シーズン終了後に山肌に放流するという悲惨な状況であった。放流された汚物の中には、尿尿だけではなく、トイレットペーパーや生理用品、その他各種ごみが含まれていたため、翌年の山開き時にも分解・処理

がされず、まるで白い川のように山肌にこびりついていて、悪臭が酷いだけでなく、景観悪化や地下水汚染が心配されたこの問題は、富士山が世界自然遺産に登録されない大きな原因であった（図 5）。

環境配慮型トイレの整備は、2002 年頃から本格的に進められた。現在では全ての山小屋で環境配慮型トイレの導入が完了しており、その装置の維持管理費を確保するため、トイレ使用に際しては 100～200 円の協力金の支払いを求められている。



図 5 富士山「白い川」
（出典：富士山エコ・トイレ勉強会）

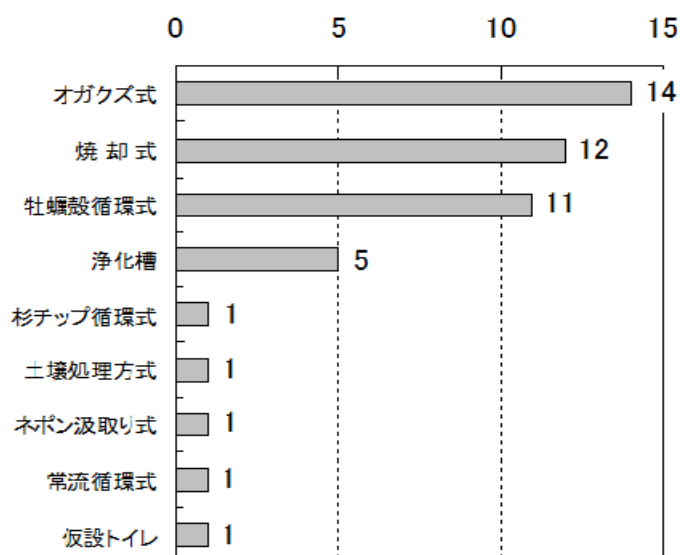


図 6 富士山トイレ尿処理技術内訳
（出典：富士山トイレマップ（平成20年度版）を編集して作成）

(2) 富士山トイレ整備状況

国，県，市町村が各山小屋へ補助金を支給することにより，環境配慮型トイレの整備を推進してきた。「静岡県では，平成 14 年度から平成 17 年度までに，尿尿を放流しない環境に優しいトイレを 24 ヶ所整備，山頂公衆トイレ（環境省設置）や山梨県側の山小屋も含め，平成 18 年度には予定していた全てのトイレ整備が完

了」³し、静岡県、山梨県の両県において、平成 14 年度から平成 18 年度までに 42 箇所すべての山小屋トイレが尿尿を放流しないトイレに入れ替えられている（設置された装置の内訳は図 6 参照）。これにより、「白い川」と揶揄された富士山の尿尿処理問題は過去のものとなっている。

(3) 山小屋トイレ利用料金徴収問題

富士山の山小屋に設置された環境配慮型トイレは、各山小屋が補助金を受け設置したものであり、所有権は山小屋にある。そのため、維持管理は自前で行わなければならない。富士山の厳しい条件において必要資材等の運搬、廃棄物の処理等に莫大なコストがかかるため、トイレ使用者から協力金という形で 100 円～200 円のチップを徴収し維持管理費を賄うシステムを採用している。

しかし、この協力金が思うように徴収できず、多くの山小屋においてトイレ維持管理費は赤字となっている。「チップは、登山者の善意によってまかなわれているものであり、その支払いは義務ではない。毎日新聞によれば、富士山トイレ研究会がトイレ利用者に約 100 円の利用料を払うように呼びかけたが、2 箇所のトイレでチップを支払ったのは利用者の 20 %未満だったという。」⁴

2008 年 8 月から 9 月にかけて実施した富士山の山小屋へのインタビュー（電話インタビューを含む）結果からもトイレの維持管理費の確保が問題となっていることが分かる。38 件の山小屋中、維持管理費を協力金だけで賄えていると回答されたのは僅か 2 件（5%）のみであった（図 7 参照）。

また、環境省が平成 11 年度から補助している山小屋トイレ 75 箇所、および長野県が単独で補助している 9 箇所の計 83 箇所の山小屋に対し、トイレ設置およびメンテナンス状況について調査を行った「平成 18 年度山岳トイレ整備調査簿作成業務報告書⁵」においても、維持管理費の確保が深刻な問題であるとある（図 8）。

³ 静岡県 Website: <http://www.pref.shizuoka.jp/kankyou/ka-070/fujisanpage/toile/index.html>

⁴ 中央大学環境問題研究会「富士山におけるエコツーリズム ―環境と経済の両立と管理主体の統一―」p.20, 2005

⁵ 特定非営利活動法人「山の ECHO 通信 No.13」2007.11

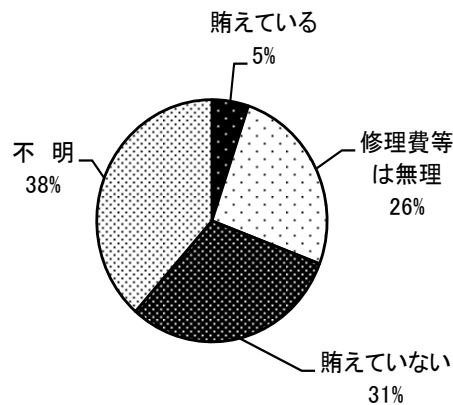


図 7 富士山山小屋維持管理費徴収

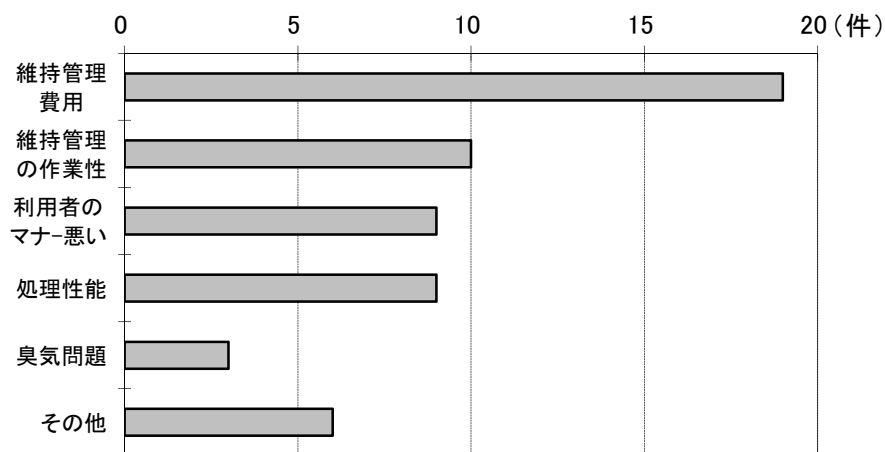


図 8 トイレに関する悩み

(出典:平成 18 年度山岳トイレ整備調査簿作成業務報告書の結果を編集して作成)

3. 自己処理型トイレ

自己処理型トイレとは、トイレと処理装置が一体型もしくは隣接する構造であり、便器へと投入された尿尿をその場で処理できるトイレのことである。この側面からは浄化槽と類似しているが、自己処理型トイレは浄化槽と異なり、基本的には公共用水域等への放流をすることはない。

また、自己処理型トイレには、土壌処理方式、生物循環処理方式、コンポスト式、乾燥・焼却方式等、数多くの処理方式が存在する。当然、尿尿処理後の発生物も、汚泥、牡蠣殻、活性炭、木材チップ等、処理方式によって様々である。

平成 15 年度から環境省が取り組んでいる環境技術実証モデル事業・山岳トイレ

3.1. 環境技術実証モデル事業（ETV 事業）⁶

環境技術実証モデル事業とは、平成 15 年に環境省が開始した事業であり、環境保全効果等の客観的評価が行われていないことにより普及が進んでいない先進的環境技術について、第三者機関によりその環境保全効果を実証するものである。

```

graph TD
    A[環境省] <--> B[環境技術実証事業検討会]
    A <--> C[実証試験方法開発機関]
    A <--> D[実証機関]
    B <--> E[分分野別ワーキンググループ(WG)]
    E <--> D
    F[技術実証委員会] <--> D
    D <--> G[実証申請者]
  
```

環境省

- ・事業全体のマネジメント
- ・実施要領の策定
- ・実証対象技術分野の選定
- ・分野別の事業の運営
- ・実証試験要領の策定
- ・実証機関の選定
- ・実証試験結果報告書等の承認
- ・ホームページによる試験結果報告書等の公表
- ・ロゴマーク及び実証番号の交付

環境技術実証事業検討会

- ・事業実施に関する事項の検討・助言

実証試験方法開発機関

- ・実証試験方法の技術開発

分分野別ワーキンググループ(WG)

- ・分野毎の技術実証に関する事項の検討・助言
- ・事業検討会の補佐

実証機関
(地方公共団体、公益法人、NPO法人の施設設置可能)

- ・対象技術の公募・選定
- ・実証試験計画の策定
- ・実証試験の実施
- ・実証試験結果報告書の作成

実証申請者 (開発者・販売店等)

- ・実証機関への申請
〈実証試験要領にもとづく実証書記入と必要書類添付〉
- ・ロゴマークの使用

技術実証委員会

- ・実証事業の実施に関する事項の検討・助言

⁶ 環境省 Website : <http://www.env.go.jp/>

3.2. 自己処理型トイレ分類

山岳トイレの尿尿処理装置は関係法令による構造基準や指針が存在しないため、現在普及している処理技術を見ると、尿尿をカートリッジタンクに貯留して定期的に山麓に搬出する簡易な方法の他に、生物・化学・物理的な処理方法を取り入れた様々な尿尿処理技術がある（表 3 参照）。

表 3 山岳トイレに用いられる尿尿処理技術の分類

No	処理方法名	処 理 方 法
1	生 物 処 理	微生物を用いて生物学的に処理する方法
2	物理化学処理	物理化学的に処理する方法
3	土 壌 処 理	土壌に埋設した散水管を通して土壌中に浸透させて処理する方法
4	乾燥・焼却処理	乾燥・焼却により、尿尿の水分を除去し、粉末化する方法
5	コンポスト処理	杉チップやオガクズ等と混合・攪拌し、処理する方法
6	そ の 他	No1～5 に該当しない処理方法

（出典：環境技術実証モデル事業平成 18 年度実証試験結果報告書の概要山岳トイレ技術分野（その 3））

自己処理型トイレの尿尿処理技術と一般的な尿尿処理方式との異なる点は、洗浄水や尿尿処理水を原則として公共用水域などに放流しないことである。これらの技術は非放流であることから浄化槽に該当せず、建築基準法第 31 条、施工令第 29 条に規定されている“汲み取り便所”としての扱いとなる。

【建築基準法第 31 条】

（トイレ）

下水道法（昭和 33 年法律第 79 号）第 2 条第八号に規定する処理区域内においては、便所は、水洗便所（污水管が下水道法第 2 条第三号に規定する公共下水道に連結されたものに限る。）以外の便所としてはならない。

便所から排出する汚物を下水道法第 2 条第六号に規定する終末処理場を有する公共下水道以外に放流しようとする場合においては、尿尿浄化槽（その構造が汚物処理性能（当該汚物を衛生上支障がないように処理するために尿尿浄化槽に必要とされる性能をいう。）に関して政令で定める技術的基準に適合するもので、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大

臣の認定を受けたものに限る）を設けなければならない。

【建築基準法施工令第 29 条】

（くみ取便所）

くみ取便所の構造は、次に掲げる基準に適合するものとして、国土交通大臣に定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならない。

- 一 尿（し）尿に接する部分から漏水しないものであること。
- 二 尿（し）尿の臭気（便器その他構造上やむを得ないものから漏れるものを除く。）が、建築物の他の部分（便所の床下を除く。）又は屋外に漏れないものであること。
- 三 便槽に、雨水、土砂等が流入しないものであること。

3.3. 実証番号交付済装置の処理方式

平成 20 年 10 月現在、9 種類（1 種類は同装置）の多様な尿尿処理装置が実証番号の交付を受けている（表 4; 図 10 参照）。

表 4 山岳トイレ技術分野実証技術一覧

実証番号	実証済技術名	団体名
030-0301	土壌処理方式	株式会社リンフォース
030-0302	オガクズを用いた乾式尿尿処理装置 (コンポスト処理方式)	株式会社タカハシキカン
030-0401	物理化学処理方式	株式会社 オリエント・エコロジー
030-0402	生物処理方式 (かき殻を利用した浄化循環式トイレ)	有限会社山城器材
030-0403	洗浄水循環式尿尿処理システム (土壌処理方式)	株式会社リンフォース
030-0404	生物(好気性)・土壌処理方式	第一公害プラント株式会社
030-0601	排水再利用処理装置(無放流型) (生物処理方式)	永和国土環境株式会社
030-0602	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の 再利用技術(生物処理方式)	ニッコー株式会社
030-0603	バイアニクストイレ(杉チップ型バイオトイレ) 技術(生物処理方式)	株式会社東陽綱業

(出典:環境省 Website: http://www.env.go.jp/policy/etv/02_list_b.html を編集して作成)

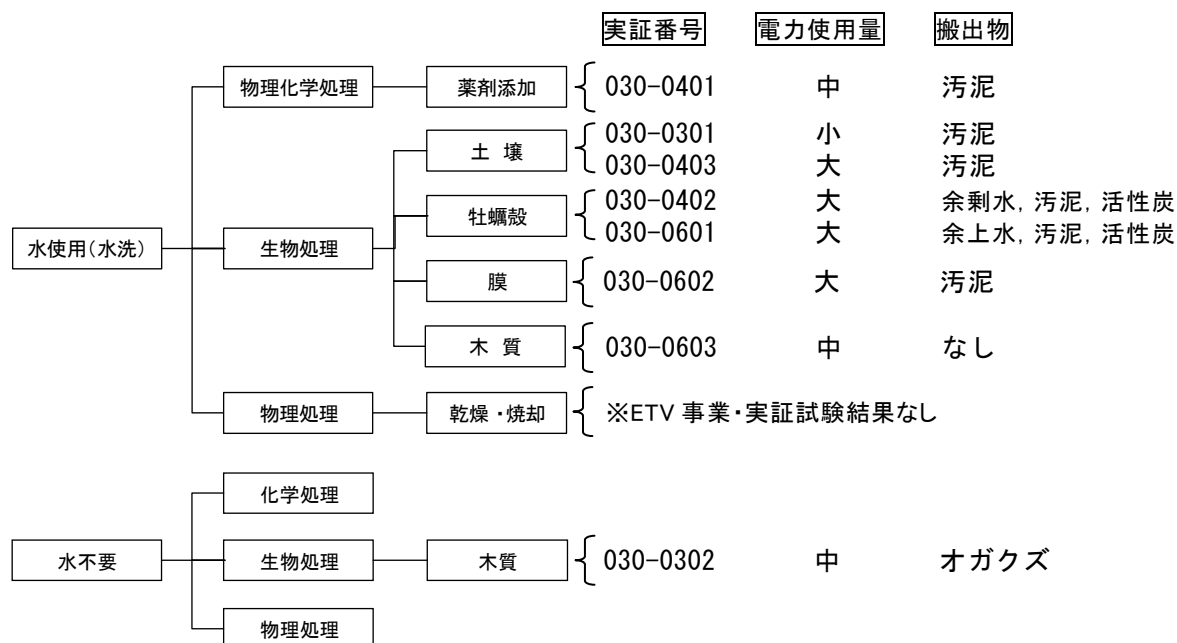


図 10 自己処理型トイレ処理方式分類

(出典: 山岳トイレ技術シンポジウム開催事務局 「山岳トイレ技術シンポジウムー山岳トイレ技術の現状と将来ー」2008.2.26, p.20 を編集して作成)

(1) 生物処理方式⁷

1) 土壌処理方式

土壌を用いて汚水を浄化する方式である。洗浄水は循環させるタイプとそうでない物がある。汚水は嫌気または好気性処理、微生物製剤投入などによる前処理を施した後に、土壌に埋設した散水管を通して土壌中に浸透させ処理する。土壌に生息する微生物の分解活動による生物処理、土壌粒子をフィルターとして汚水を濾過する物理処理、そして土壌中の粘土鉱物や腐食物質が吸着剤の役割を果たす化学処理を行う。

2) 生物処理循環方式

生物処理方式は他の方式に比べ、数多くの種類が開発されている。処理方式は、好気性の生物処理を採用している場合がほとんどであり、洗浄水を微

⁷ 加藤篤 「山岳トイレ技術分野の概略と期待」(『環境研究』No.139, 2005) pp.91-92 を編集して作成

生物の活動により浄化し、その処理水を再び洗浄水として循環利用する方式である。

初期に一定量の水を投入すれば、一定回数は給水せずに使用できる。既存の浄化槽を利用して処理を行い、浄化槽処理水を循環させている装置もある。また、洗浄水を循環させたり、曝気するためのポンプ等を稼働させるため、電源を確保する必要がある。

生物処理は、活性汚泥法、生物膜法などが用いられ、分離装置には、スクリーニング、沈殿方式、濾過方式、膜分離方式と様々ある。後者になるほど処理水は良好となるが、良好な水質を求めるほどコストアップや設備管理に専門性が必要になる傾向がある。接触材として牡蠣殻を用いて pH を中性的状態に安定化したり、空隙の多い杉チップ槽を通すことにより分解・吸着効果を期待した装置もある。脱臭や殺菌にオゾンを用い衛生対策に取り組んでいるタイプもある。汚泥等の発生物は使用回数に応じて、部分的に引き抜きをする必要がある。なお、膜分離等の高度な浄化装置を用いて処理水を循環させる場合は、利用者が集中すると必要な洗浄水量に処理水量が追いつかなくなる可能性がある。トイレが使用できなくなってしまう状況を回避するため、流量調整能力も含めた検討が必要である。

3) コンポスト方式（生物非循環処理方式）

コンポスト方式は、ほとんどのタイプが電気を必要とするが、水を必要とせず、汚泥等の発生量も少ない方式として注目されている。尿尿を多孔質で空隙率が多い杉チップやオガクズなどと混合・攪拌し、好気性条件下で微生物により水と二酸化炭素に分解することを目的としたタイプである。水分や温度調整のための加温装置、そして攪拌のための電力が必要となる。小便の利用頻度が高いと水分過多の状態に陥るため、その対応策としてはヒーター能力を高めて蒸発作用を促す場合が多い。この場合、アンモニアガスが発生するため、臭気対策を徹底する必要がある。ただし、ヒーターに頼りすぎてしまうと相当量の電力を消費することになってしまいます。トイレが使用されない時間帯の間欠攪拌運転や固液分離便器などによる対策を検討することが望

ましい。現状では、尿尿を分解し蓄積した窒素、リン、カリウムなどの無機物を肥料として利用するコンポスト化までは確立されていないが、尿尿の資源化を目指すという点では期待したい装置である。その際、使用回数に応じて高濃度化する塩分濃度への対策も検討する必要がある。

(2) 物理処理方式

1) 乾燥・焼却方式

乾燥・焼却方式は、尿尿中の水分を取り去るため、尿尿、汚泥を減容化し最終残存物量を著しく軽減することができる。水分を除去するためのエネルギー源としては、電気、灯油などが必要となる。機種によっては、蒸発水を再度回収し洗浄水として活用するものもある。水分除去法は、乾燥と焼却の2通りに分かれる。乾燥方式は、外部からの加熱により尿尿を乾燥し粉末化させる。ガスタービン発電機を利用したコージェネレーション（電気・発電機）システムを用いてエネルギーを有効活用しているタイプもある。この場合は、ガスタービンの高温排気により尿尿を急速乾燥させる。一方、焼却方式は、バーナー等を用いて尿尿を直接焼却し、灰と二酸化炭素に変える方法である。省エネルギー化を図るため、1回当たりの便器洗浄水は極端に少ない超節水方式のものが多く、便器から尿尿を移送する方法として吸引・真空搬送システムを用いているものもある。また、尿尿を乾燥・焼却するとなるとダイオキシン対策や臭気体対策が特に重要になり、ダイオキシンの排出も考えられるので配慮が必要と考えられる。臭気は、触媒等を用いた対策が講じられており、ダイオキシンについては、機種によって乾燥温度制御や触媒の改良等の対策が行われている。

(3) 化学処理方式

1) 化学処理循環方式

化学処理循環方式は、汚水を化学処理により浄化し再び洗浄水として使用する方式である。そのため、初期に一定量の水を投入すれば一定回数は給水

せずに使用できる。ただし、洗浄水を循環するための電力が必要となる。天然鉱物抽出液等を用いて汚濁物質の凝集沈殿や消臭、大腸菌の抑制などを期待する場合が多い。また、化学処理循環方式には、洗浄方式として、常流水洗循環式を用いているものが多い。常流水洗循環式とは、洗浄水が、便器、処理槽、貯留槽、そしてまた便器へと常に循環流水しているもので、トイレ使用毎に洗浄水を流す操作を必要としない。そのため、処理流量に変動が少ないため、処理は安定しており負荷変動に強い。また、便器内を常に循環水が流れ続けているため、汚れが付きにくく消音効果もある。

ただし、蒸発分は別として、基本的には使用すれば使用するほど排泄物量が蓄積するため、一定使用回数に達した段階で、全槽から汚泥・汚水を引き抜く必要が生じる。今後は、全槽を汲み取るのではなく、濃縮された汚泥部分を効率的に貯留し汲み取る仕組みを確立し、汲み取りの頻度を少なくすると共に、循環水の水質を向上させることが望まれる。既に一部では、このような技術開発が進められている。

4. 自己処理型トイレスコアリング評価

現在、富士山には複数の尿尿処理技術が導入されている（表5参照）。富士山に設置するトイレは、自然条件、インフラ条件、施設条件、法令条件等、様々な制約を受ける。

表5 富士山トイレ処理方式内訳

処理方式	製造企業	処理方式	設置 サイト数	割 合	ETV事業 実証試験済み	自己処理型 トイレ
オガクズ式	コスモエース工業(株) 正和電工(株)	オガクズ式	14	29.8%	○	○
焼却式	株式会社ミカサ	焼却式	12	25.5%	○	○
浄化循環式 (かき殻)	有限会社山城器材	かき殻式	11	23.4%	○	○
浄化循環式	浄化槽	地下浸透	5	10.6%	-	×
水洗循環式 (杉チップ)	株式会社東陽網業	杉チップ水洗式	1	2.1%	○	○
土壌処理方式	株式会社リンフォース	土壌処理式	1	2.1%	○	○
ネボン 汲取り式	ネボン株式会社	汲み取り式	1	2.1%	○	×

富士山では、1990 年代後半から、垂れ流し状態の汲取り式トイレを改善すべく、山小屋や公衆トイレに環境負荷の少ない尿尿処理装置を導入する動きが開始された。環境に優しい自己処理型トイレの設置費用の負担割合は、国：50%、県：20%、市町村 20%、山小屋：10%であった。自己処理型トイレへの予備知識が不十分な山小屋は、行政の担当者、登山組合、製造企業の営業から勧められるままに装置を選定・導入し現在に至っている。これは、登山組合および山小屋オーナーへのインタビュー結果から分かった事実である。

自己処理型トイレが導入され、尿尿の垂れ流しが無くなったまでは良かったが、トイレの維持管理は山小屋の責任で行わなければならない。立地条件の厳しさから、トイレの維持管理費（廃棄物処理費、燃料費、専門管理費、日常管理費、消耗品費、トラブル対応費および付随する運搬費等）が高額となるため、トイレ利用者には協力金という形でトイレ使用料の支払うことにより、維持管理費の確保を図っている。

4 章では、**仮説 I**「富士山の環境マネジメントに適していない維持管理費が高額なトイレが設置されている」を検証するため、ETV 事業で実証済の各種処理装置のスコアリング評価を行い、富士山の環境マネジメントに適した自己処理型トイレの選定方法に対する提案を行う。

4.1. 自己処理型トイレ評価方法

各尿尿処理装置の実証試験結果報告書記載データおよび、製造企業のパンフレットや Website で公開されているデータを用い、快適性パフォーマンス（臭気、色（洗浄水）、明るさ、各種操作性:4 章 2 節）、環境パフォーマンス（CO₂排出量、廃棄物発生量：4 章 3 節）経済パフォーマンス（イニシャルコスト、ランニングコスト：4 章 4 節）、3つのパフォーマンスのスコアリング評価を行う（図 11）。各スコア確定後、設置者がどのパフォーマンスを重視するかに合わせて任意に設定した選好係数を乗じ、3つスコアを集計したものを総合パフォーマンススコアとする。

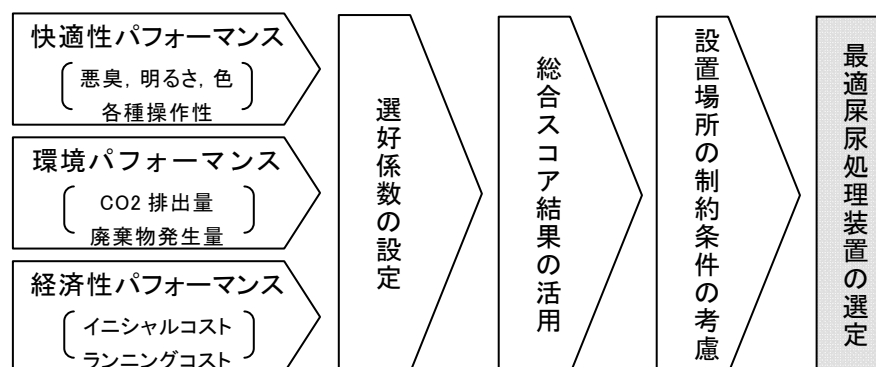


図 11 自己処理型トイレ評価フロー

環境技術実証モデル事業山岳トイレ技術分野で実証番号の交付を受けている装置は 9 種類存在するが、同一の処理方式を用いた装置はパフォーマンスが高い装置のみを評価対象としたため、計 7 種類の装置に対してスコアリング評価を実施した。なお、山梨県側に多く設置されている焼却式トイレは、発生物が微量の焼却灰のみであること、比較的大量の尿尿を処理できることなどメリットがあるものの、ETV 事業の実証試験データがないこと、化石燃料を大量に消費すること、燃焼時の悪臭発生による周辺環境への影響考慮などの理由から、本研究ではスコアリング対象外としている。但し、この取り扱いが焼却式トイレの設置を否定するものではない。

4.2. 快適性パフォーマンス

4.2.1. スコアリング方法

快適性パフォーマンス評価では、環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書のデータを使用した。同試験で実施された利用者アンケートでは、質問項目に多少の差異はあるものの、「臭気」、「明るさ」、「色（洗浄水）」、「各種操作性」の各項目に対する回答において、「許容範囲である」と回答した利用者の割合をそのままスコアとした。「各種操作性」には、各装置の特性に応じ「ボタン操作性」、「便槽内の装置の動き」、「ペダル操作性」、「装置作動音」、「使い勝手」のような項目が設定されている。また、「各種操作性」の中に、「洗浄方式」、「紙の処理法」の項目をオリジナルで追加し、そ

これらのスコアリング結果の平均値を操作性のスコアとした。スコアリング方法の詳細については図 12 に記載されている通りである。

最終的な快適性パフォーマンスのスコアは、上記スコアの平均値を算定することと求められる。

4.2.2. スコアリング結果

前節のスコアリング手順により、快適性パフォーマンスのスコアを算定した（表 6 参照）。最高スコアは 94.6（杉チップ型バイオトイレ）、最低スコアは 58.4（土壌処理方式）という結果になった。

快適性パフォーマンスには上述のように複数の要素が挙げられる。その中でも「悪臭」が快適性に大きな影響を与えると考えられる。今後更にスコアの精度を向上させるために、各要素の重要度をアンケート調査等によって分析し、その重要度に合わせて重み付け係数を乗じることが期待される。

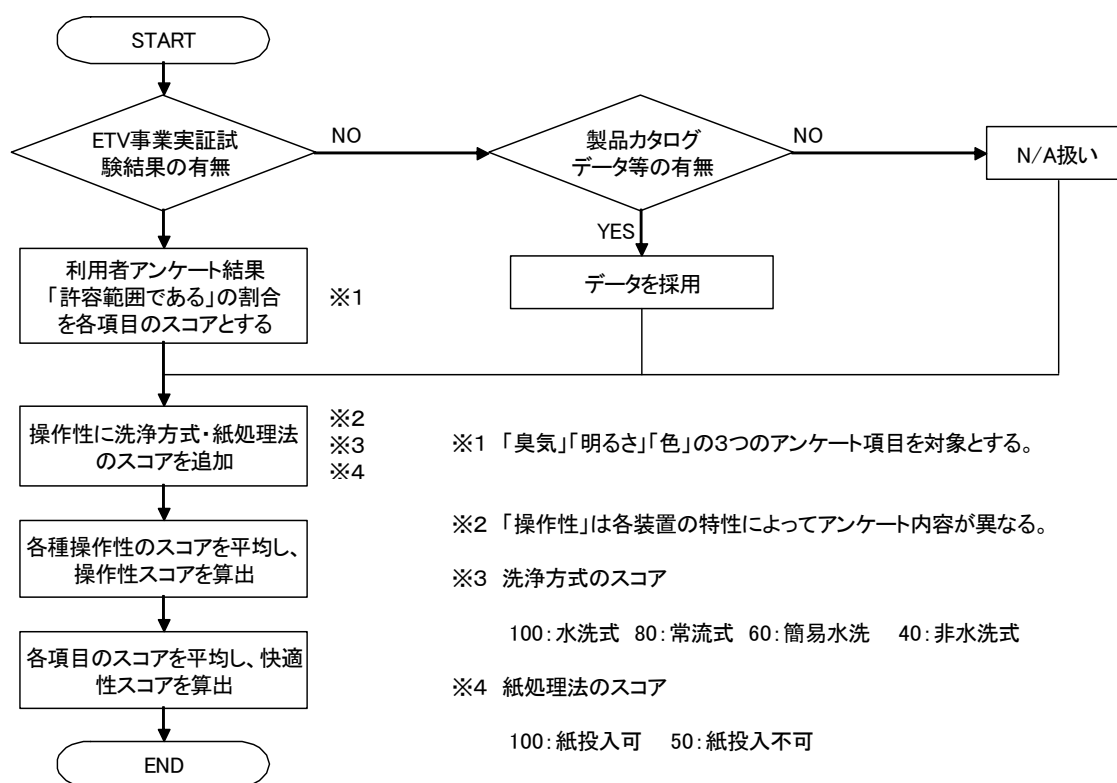


図 12 快適性パフォーマンススコアリングフロー

表 6 快適性パフォーマンススコアリング結果

実証番号		030-0302	030-0401	030-0402	030-0403	030-0602	030-0603	030-0702
処理方式		生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名		オガクズを用いた乾燥屎尿処理装置	常流循環式屎尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ばっ気にオゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術
臭 気		88.2	93.0	75.0	93.0	98.0	93.7	60.0
明るさ		90.2	89.0	97.0	58.0	N/A	98.6	N/A
色		N/A	85.0	98.0	72.0	68.0	74.6	90.0
操 作 性	アンケート 項目	75.0	—	53.0	55.0	—	95.1	—
		63.3	—	—	—	—	99.3	—
	洗浄方式	40.0	80.0	100.0	60.0	100.0	100.0	100.0
	紙処理法	100.0	100.0	—	47.0	100.0	100.0	50.0
快適性 パフォーマンス スコア		73.7	88.5	87.0	58.4	89.3	94.6	80.0

4.3. 環境パフォーマンス評価

環境パフォーマンスの評価では、各装置の「CO₂排出量」「廃棄物発生量」の2つの要素をスコアリングし、その平均値を環境パフォーマンススコアとした。

4.3.1. CO₂排出量

(1) CO₂排出量スコアリング方法

環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書のデータを使用してスコアリングを行った。各尿尿処理装置の試験期間（日）とカタログ値の平常時利用者数（人／日）を乗じて利用者数を求め、試験期間中の消費電力量（kWh）を割り、その値に CO₂ 排出係数を乗じて CO₂ 排出量原単位（g／人）を算出した。各種尿尿処理装置の中で最も CO₂ 排出量原単位（g／人）が低いものをスコア 100 とし、CO₂ 排出量のスコアリングを行った。

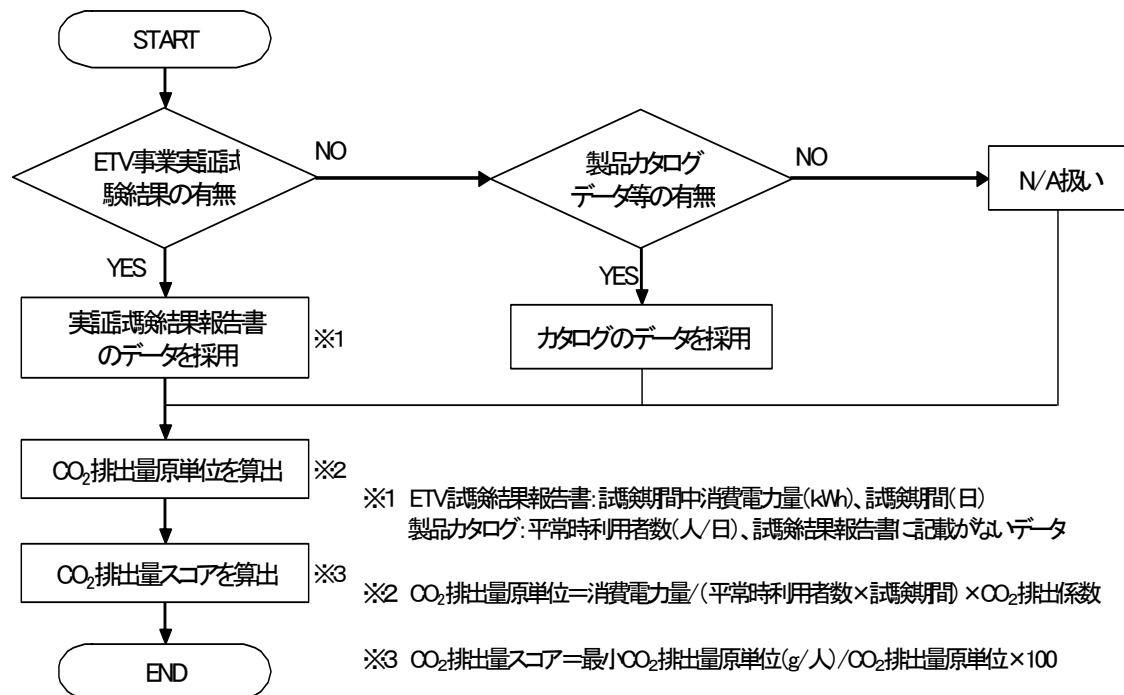


図 13 CO₂排出量スコアリングフロー

(2) CO₂ 排出量スコアリング結果

CO₂ 排出量スコアリング結果は表 7 の通りである。最高スコアは 100.0（常流循環式尿尿処理方式）、最低スコアは 25.3（沈殿分離・接触曝気にオゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術）という結果になった。

使用電力量から CO₂ 排出量を求める形式を取ったが、山岳地帯には商用電力が使用できないことが想定される。本研究では、全装置に一律の CO₂ 排出係数を乗じ CO₂ 排出量を求めた。しかし、今後は発電機に使用する燃料も考慮し、各尿尿処理装置に適用される CO₂ 排出係数を乗じることが必要である。

表 7 環境パフォーマンススコアリング結果 (CO₂排出量)

実証番号	030-0302	030-0401	030-0402	030-0403	030-0602	030-0603	030-0702
処理方式	生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名	オガクズを用いた乾燥屎尿処理装置	常流循環式屎尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ばっ気・オゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術
消費電力(kWh)	337	1,530	2,422	400	1,802	1,751	6,058
平常時利用者数(人)	80	266	200	100	50	100	200
稼動日数(日)	51	115	174	376	269	283	153
利用者数合計(人)	4,080	30,590	34,800	37,600	13,450	28,300	30,600
電力CO2排出係数 (kg-CO2/kWh)	0.555	0.555	0.555	3.555	0.555	0.555	0.555
CO2排出量(g/人)	45.8	27.8	38.6	37.8	74.4	34.3	109.9
備 考	ヒーター:30W×12 モーター:200W	13.3kWh/d	13.92kWh/d	50Wポンプ1台のみ 太陽光発電使用	6.7kWh/d	6.19kWh/d	39.6kWh/d
CO2排出量スコア	60.6	100.0	71.8	73.4	37.3	80.8	25.3

4.3.2. 廃棄物発生量

(1) 廃棄物発生量スコアリング方法

環境技術実証モデル事業山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書のデータから、搬出が必要な廃棄物、廃棄物処分量（L）、試験期間中利用者数（人）を用いてスコアリングを行った。廃棄物処分量（L）を試験期間中利用者数（人）で割り、廃棄物発生量原単位（L／人）を算出した。この原単位を図 14 に記載されているルールに従い廃棄物発生量のスコアリングを行った（表 8 参照）。

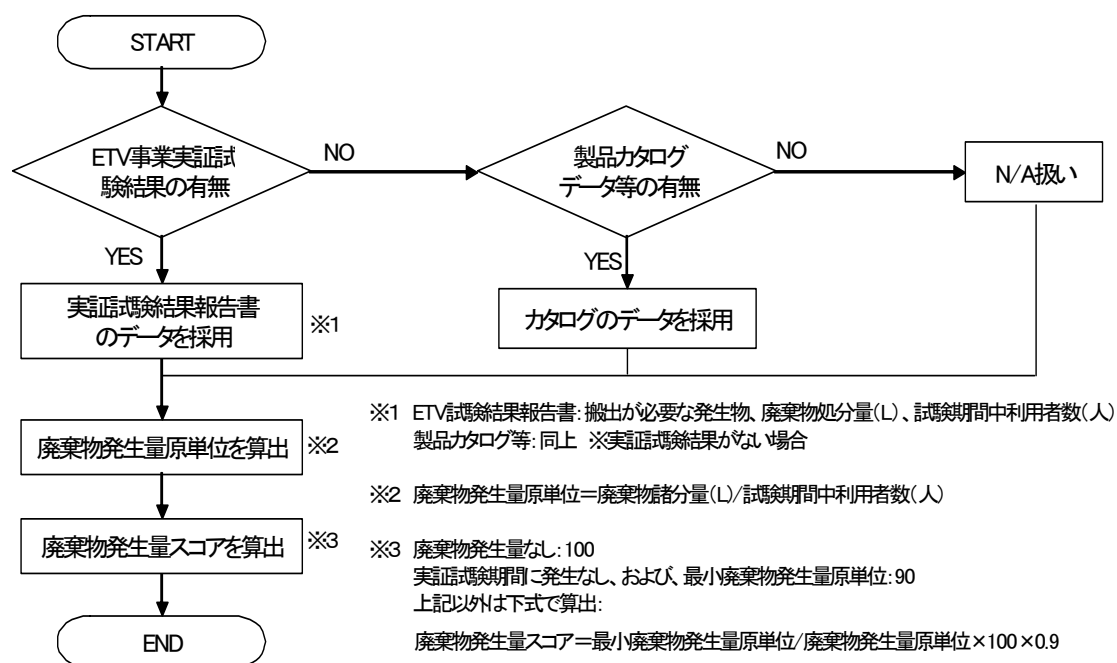


図 14 廃棄物発生量スコアリングフロー

(2) 廃棄物発生量スコアリング結果

廃棄物発生量のスコアリング結果は表 8 の通りである。最高スコアは 100.0（杉チップ型トイレ）、最低スコアは 19.7（常流循環式尿尿処理方式）という結果になった。

スコアリングには、環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書のデータを採用した。この実証試験は試験地も違えば試験期間にもばらつきがある。廃棄物発生量で言えば、将来的には多額のコストを掛けて汚泥等

の廃棄物が発生するポテンシャルが存在しても、試験期間中にそれらの引き抜き等を行わなかった場合、スコアが高く評価されてしまうという現象が発生してしまう。今後、スコアの信頼性を高めるために、同様の条件での試験結果をもとにした評価が必要である。

(3) 環境パフォーマンス算定結果

CO₂排出量と廃棄物発生量の両スコアの平均値を環境パフォーマンススコアとした。7つの自己処理型トイレの中で最も環境パフォーマンス、つまり、環境への悪影響が少ないと考えられる装置は、スコア 90.4 の杉チップ型バイオトイレであると評価された。

杉チップ型バイオトイレは嫌気・曝気槽で一次処理を終えた処理水を杉チップが充填された反応層で濾過する過程で最終処理を行い、その処理水を洗浄水として循環利用しようという尿尿処理装置のことである。環境パフォーマンススコアが最も優れていると評価されたポイントは、CO₂排出量の少なさと、廃棄物発生量がゼロであることが大きく影響していると考えられる。

表 8 環境パフォーマンススコアリング結果（廃棄物発生量）

実証番号	030-0302	030-0401	030-0402	030-0403	030-0602	030-0603	030-0702
処理方式	生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名	オガクズを用いた乾燥尿尿処理装置	常流循環式尿尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ばっ気におゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術
発生廃棄物	オガクズ	汚泥	汚泥	汚泥	余剰水	—	余剰水
	—	循環水	牡蠣殻	—	汚泥	—	汚泥
廃棄物発生量(L)	0	14,000	トイレトペーパー：1日200人使用で20Lポリ袋1つ程度	試験期間中はなし（376日間）	1,400	0	8,000
利用者数合計(人)	2,168	30,629	32,786	16,735	11,323	14,393	28,196
原単位(L/人)	0.000	0.457	0.100	0.000	0.124	0.000	0.284
備 考			汚泥は3年に1度500kg処分	将来的には汚泥の引き抜きが必要			
発生廃棄物量評価	90.0	19.7	90.0	90.0	72.8	100.0	31.7
環境パフォーマンススコア	75.3	59.8	80.9	81.7	55.1	90.4	28.5

4.4. 経済性パフォーマンス評価

経済性パフォーマンスは、「イニシャルコスト」と「ランニングコスト」の2つの要素をスコアリングした。その平均値を経済性パフォーマンススコアとした。

4.4.1. イニシャルコスト

(1) イニシャルコストスコアリング方法

環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書から、処理装置費、設置費、運搬費のデータを採用しイニシャルコストを算出した。設置費と運搬費は未記載のものが多かったため、デフォルト値を採用した。また、カタログ等から平常時利用者数、装置耐用年数のデータを採用し耐用期間総利用者数を求め、イニシャルコスト原単位（円／人）を算出した。スコアリングの詳細は図15に記載されている通りである。

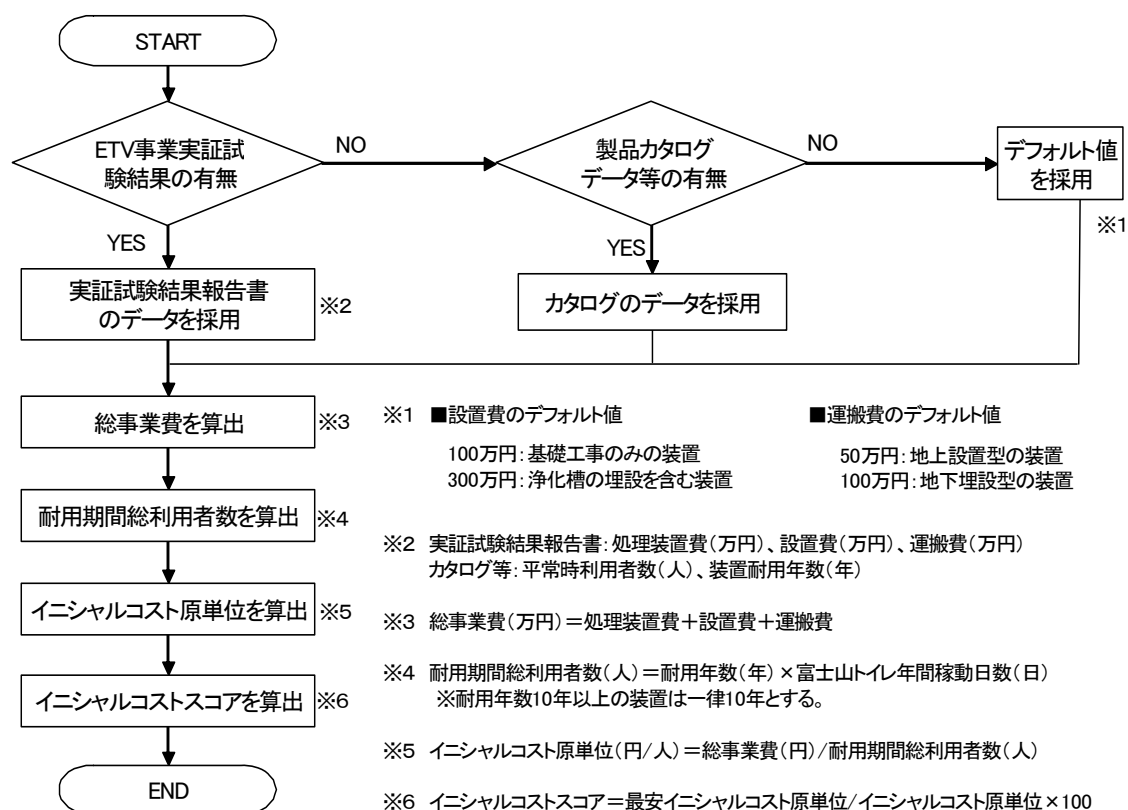


図15 イニシャルコストスコアリングフロー

(2) イニシャルコストスコアリング結果

尿尿処理装置費，設置工事費，運搬費を合計したものを総事業費とする．この値を各装置の平常時利用者数で除することにより，イニシャルコスト原単位を求めた．この原単位の高低を比較しスコアリングを行った（表 9 参照）．

7 種の装置の中で最もイニシャルコストが安い装置は「オガクズ式」であるという結果となった．原単位で比較してみると，オガクズ式の 107.8 円と「流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術」の 300.0 円との間には約 3 倍という大きな差が存在していることが分かった．

表 9 経済性パフォーマンススコアリング結果（イニシャルコスト）

実証番号		030-0302	030-0401	030-0402	030-0403	030-0602	030-0603	030-0702
処理方式		生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名		オガクズを用いた乾燥屎尿処理装置	常流循環式屎尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ばつ気にオゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術
イニシャルコスト	処理装置(万円)	368	939	2,190	421	500	650	950
	設置費(万円)	100	300	300	300	300	100	300
	運搬費(万円)	50	100	100	100	100	50	100
	総事業費(万円)	518	1,339	2,590	821	900	800	1,350
	平常時利用者	80	200	200	100	50	100	200
	寿 命 (年)	10-20年	30年	30年	30年	槽:30年 機器:5年	7年	槽:30年 機器:5年
	実際耐用年数(年)	10	10	10	10	10	7	10
	富士山における年間稼働日数(日)	60	60	60	60	60	60	60
	耐用期間総利用者数(平常時ベース)	48,000	120,000	120,000	60,000	30,000	42,000	120,000
	イニシャルコスト原単位(円/人)	107.8	111.6	215.8	136.8	300.0	190.5	112.5
	スコア	100.0	96.6	50.0	78.8	35.9	56.6	95.8

4.4.2. ランニングコスト

(1) ランニングコストスコアリング方法

環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書から、廃棄物処理費，電力料金，専門管理費，消耗品費，トラブル対応費を合計し，実証試験期間中のランニングコスト合計金額を算出した．各装置のパンフレット等に記載されている平常時利用者数（人／日）と実証試験期間（日）から実証試験期間利用者数合計を求め，ランニングコスト原単位（円／人）を算出した．各自己処理型トイレのスコアリング方法の詳細は図 16 に記載されている通りである．

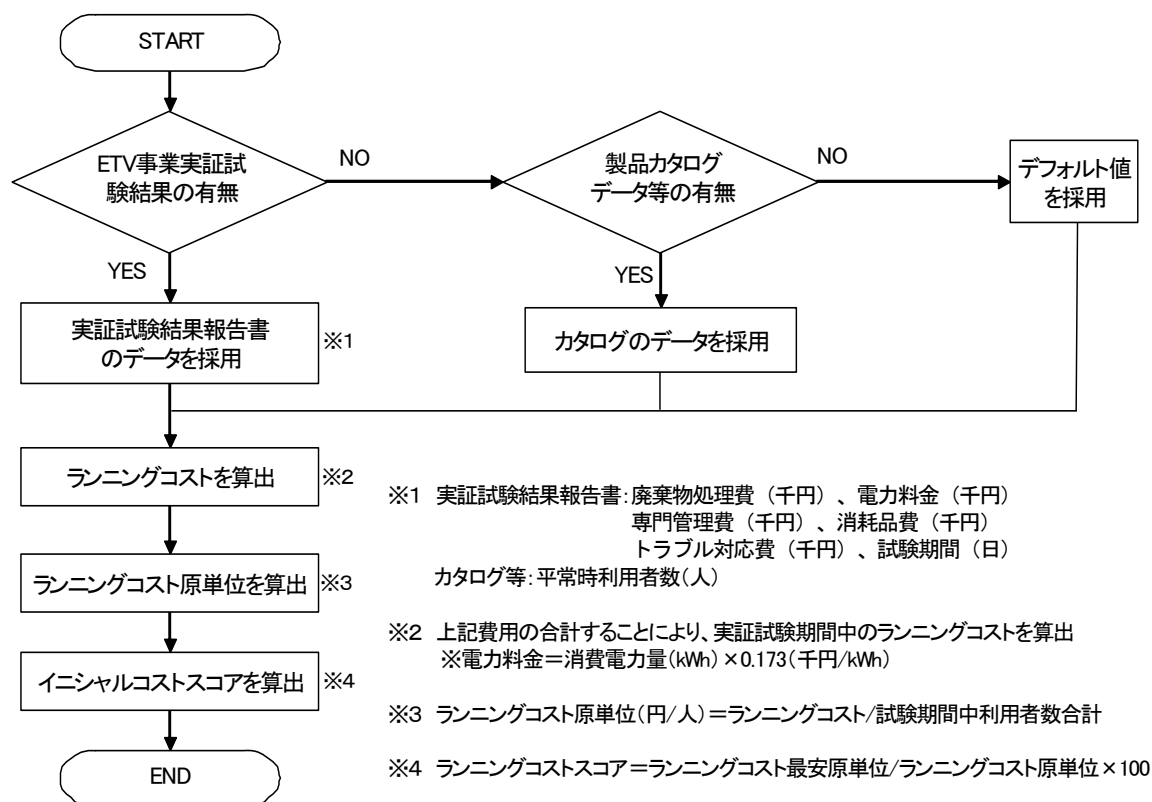


図 16 ランニングコストスコアリングフロー

表 10 経済性パフォーマンススコアリング結果（ランニングコスト）

実証番号		030-0302	030-0401	030-0402	030-0403	030-0602	030-0603	030-0702
処理方式		生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名		オガクズを用いた乾燥屎尿処理装置	常流循環式屎尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ば気・オゾン処理を併せた方式によるトイレ排水の再利用技術
ランニングコスト	廃棄物処理費（千円）	12.4	175	187.2	95.6	18	0	120
	消費電力（kWh）	337	1,580	2,421	188	1,786	1,751	1,786
	燃料単価（千円/kWh）	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173
	使用燃料費（千円）	58	273	419	33	309	303	309
	専門管理費（千円）	0	0	0	0	75	0	0
	消耗品費（千円）	0	60	77	63	0	6	0
	トラブル対応費（千円）	0	0	0	0	35	0	0
	その他（千円）	0	0	60	0	0	0	0
	ランニングコスト合計（千円）	71	508	744	191	437	309	429
	試験期間中利用者合計（人）	2,168	30,629	32,786	16,735	11,323	14,393	28,196
	ランニングコスト原単位（円／人）	32.6	16.6	22.7	11.4	38.6	21.5	15.2
	スコア	35.1	68.8	50.3	100.0	29.6	53.2	75.1
経済性パフォーマンススコア		66.3	56.6	36.3	45.1	37.3	39.0	55.5

(2) ランニングコストスコアリング結果

ランニングコストもイニシャルコストと同様，図 16 記載の算定方法により求めた原単位を比較することで各自己処理型トイレのスコアリングを行った．最高スコアは 100.0（土壌処理方式）となり，最低スコアは 29.6（流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術）という結果となった．他の装置の結果は表 10 の通りである．

(3) 経済性パフォーマンス算定結果

イニシャルコスト，ランニングコストそれぞれのスコアの平均値を経済性パフォーマンスとする．最高スコアは 66.3（オガクズを用いた乾燥式），最低スコアは 36.3（牡蠣殻式）という結果になった．

この経済性パフォーマンススコアリング結果は富士山の山小屋が抱えている維持管理費確保問題と直結した重要なスコアである．特にランニングコストは屎尿処理装置が稼動を継続する限り，必要になってくる経費の大小を表す値であり，自己処理型トイレ選定時に大きな影響を与えるパラメータである．

このパフォーマンススコアも他と同様，類似した条件下での実証試験データを採用しスコアの正確性を高めることが望まれる．

4.5. 総合パフォーマンス評価

前述の各種要素を全て盛り込み，総合（環境，快適性，経済性）パフォーマンスによる評価を表 11 にまとめる．

表 11 自己処理型トイレ総合パフォーマンススコアリング結果

実証番号		030－0302	030－0401	030－0402	030－0403	030－0602	030－0603	030－0702
実証年度		平成15年度	平成16年度	平成16年度	平成16年度	平成18年度	平成18年度	平成19年度
処理方式		生物処理方式	物理化学処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名		オガクズを用いた乾燥屎尿処理装置	常流循環式尿尿処理方式	牡蠣殻を利用した浄化循環式トイレ	土壌処理方式	流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術	杉チップ型バイオトイレ	沈殿分離・接触ばっ気におゾン処理を加えた方式によるトイレ排水の再利用技術
レーダーチャート								
快適性	快適性	73.7	88.5	87.0	58.4	89.3	94.6	80.0
	スコア	24.5	29.5	29.0	19.4	29.7	31.5	26.6
環境	CO ₂ 排出量	60.6	100.0	71.8	73.4	37.3	80.8	25.3
	廃棄物 発生量	90.0	19.7	90.0	90.0	72.8	100.0	31.7
	スコア	25.1	19.9	26.9	27.2	18.3	30.1	9.5
経済性	イニシャルコスト	100.0	96.6	50.0	78.8	35.9	56.6	95.8
	ランニングコスト	35.1	68.8	50.3	100.0	29.6	53.2	75.1
	スコア	22.5	27.5	16.7	29.8	10.9	18.3	28.5
総合スコア		72.1	76.9	72.6	76.4	59.0	79.9	64.6

4.6. 自己処理型トイレ選定方法

4.6.1. 総合パフォーマンス結果考察

快適性パフォーマンス，環境パフォーマンス，経済性パフォーマンスの単純合計による総合パフォーマンススコアが最も高い装置は「030-0603 生物処理方式杉チップ型バイオトイレ」という結果となった。

但し，ここで注目したいのは単純なスコアの大小ではなく，各装置のレーダーチャートの形状である．7つの装置それぞれが異なる形状をしている．これは各装置が異なるコンピテンスを有していることを表しており，設置者や設置場所の環境が何を求めるかによって選定されるべき装置は容易に入れ替わる可能性があるということを示している．各パフォーマンススコアの上位3装置を見ても分かる通り，装置・処理技術の多様性が高いことが分かる（表12参照）。

表12 各パフォーマンススコア TOP3

	快適性パフォーマンス	環境パフォーマンス		経済性パフォーマンス	
		CO ₂ 排出量	廃棄物排出量	イニシャルコスト	ランニングコスト
1	杉チップ型 バイオトイレ 94.6	常流槽式尿尿 処理方式 100.0	杉チップ型 バイオトイレ 100.0	オガクズを用いた 乾燥尿尿処理装置 100.0	土敷処理方式 100.0
2	流量調整機構の膜 処理によるトイレ 排水の再利用技術 89.3	杉チップ型 バイオトイレ 80.8	オガクズを用いた 乾燥尿尿処理装置 90.0	常流槽式尿尿 処理方式 96.6	沈殿分離・接触曝気 オゾン処理を加えた方式 によるトイレ排水の再利用技術 75.1
3	常流槽式尿尿 処理方式 88.5	土敷処理方式 73.4	牡蠣殻を利用した 浄化槽式トイレ 90.0	沈殿分離・接触曝気 オゾン処理を加えた方式 によるトイレ排水の再利用技術 95.8	常流槽式尿尿 処理方式 68.8

4.6.2. 設置者の選好考慮

実際に尿尿処理装置を導入する場合，どのパフォーマンスに重きを置くべきかは一概には言えない．設置者の選好や設置場所の制約条件が装置選定に大きく影響を与えることになる．そのため，快適性，環境，経済性の総合パフォーマンススコアリング評価だけでは，自己処理型トイレ選定ガイドラインとしては機能しない。

そこで，設置者の選好をスコアリング結果に反映させるため各パフォーマンスに選好係数を乗じることとした．選好係数は快適性，環境，経済性3つのパフォーマンスの係数を合計して1になるように設定する．設置者がどのパフォーマンスを重視するかによって高スコアとなる装置が流動的に入れ替わることが分かる（表13参照）。

表 13 選好係数の変動によりスコアの変化

項 目		選 好 係 数		
		「快適性」重視	「環 境」重視	「経済性」重視
快適性		0.50	0.25	0.25
環 境		0.25	0.50	0.25
経済性		0.25	0.25	0.50
高スコア 処理方式名	①	杉チップ型 バイオトイレ (83.6)	杉チップ型 バイオトイレ (82.6)	土壌処理方式 (79.7)
	②	常流循環式 尿尿処理方式 (79.9)	土壌処理方式 (77.8)	常流循環式 尿尿処理方式 (78.4)
	③	牡蠣殻を利用した 浄化循環式トイレ (76.3)	牡蠣殻を利用した 浄化循環式トイレ (74.7)	杉チップ型 バイオトイレ (73.7)

4.6.3. 設置場所の制約条件考慮

設置場所の制約条件には，①自然条件，②インフラ条件，③施設条件，④法令条件等，様々な条件が想定される（表 14 参照）。

実際の設置に際しては，設置者の好みを反映させた総合パフォーマンススコアが高い装置でも，その処理技術の特性や処理装置の物理的な設置条件が，設置場所の環境に適さないケースもある。このような場合，スコアを下げてでも設置場所の制約条件を満たす装置を導入すべきである。自己処理型トイレの特性と設置場所の制約条件との相性を十分に考慮して選定を行うことが重要である。

表 14 山でのトイレの設置条件と検討項目

条 件	項 目	内 容
① 自然条件	(1) 気象条件 (2) 立地 (3) 地形, 地質, 植生	①気温 ②風向 ③降水量 ④降雪量 ⑤日照量 ⑥水温 ⑦凍結深度 ①標高 ②立地場所(山頂・稜線・沢) ①岩稜・岩盤 ②砂礫・裸地 ③湿原・草地 ④自然林 ⑤植林地 ⑥施設集中地区(駐車場, 広場)
② インフラ条件	(1) 水の確保 (2) 電気の確保 (3) 輸送手段	①上水道 ②沢水・湖沼 ③湧水 ④雨水 ⑤雪渓・残雪 ⑥循環水 ①商用電力 ②自家発電 ③ソーラー ④風力 ⑤水力 ①一般車道沿い ②近くに一般道 ③輸送専用道 ② リコプター ⑤ブルドーザー ⑥人力
③ 施設条件	(1) 設置主体 (2) 山小屋宿泊者 (3) 山小屋営業 (4) トイレの設置場所 (5) トイレの数量 (6) トイレの利用者	①自治体 ②民間 ③第3セクター ①年間 ②一月最大 ③一日最大 ①営業時間 ②冬期使用 ①山小屋 ②キャンプ地 ③公共トイレ ①女子用 ②男子用 ③男子小 ④共用 ①年間 ②一月最大 ③一日最大
④ 法令条件	(1) 法令 (2) 費用負担 (3) 有料制	①自然公園法 ②森林法 ③文化財保護法 ①山小屋 ②自治体 ③第3セクター ①有料制 ②チップ制 ③無料

(上, 加藤「山岳高冷地におけるし尿処理技術の現状」(『月間浄化槽』No.331, 2003 年 11 月号) p.9)

5. 富士山屎尿処理マネジメント

5.1. 富士山環境マネジメントの現状と課題

5.1.1. 富士山環境問題

富士山は 1936 年に富士箱根国立公園(現富士箱根伊豆国立公園)の一部として国立公園に指定された。現在は年間約 30 万人の登山者が訪れる有数の観光地である。

しかし、自然公園法の国立公園の定義「わが国の風景を代表するに足る傑出した自然の風景地」に基づいて国立公園の一部に指定された富士山であるが、環境問題を原因に世界自然遺産候補への推薦を見送られた経験がある。

富士山における環境問題の発端は、1964年に完成した山梨県側からの有料道路「山梨県道富士スバルライン」と、1970年に完成した静岡県側からの「富士山スカイライン」であると言える。両県から5合目まで車で登れるようになったことが、現在のオーバーユースを引き起こした大きな要因の1つと考えられる。

屎尿処理問題に限らず、富士山の環境問題の原因は入山者のモラルだけの問題ではない。国立公園に指定されている富士山でこのような問題が発生しているにもかかわらず

らず、それらを取り締まれない地方自治体や行政機関等のマネジメントシステムに問題があると推測される。日本のシンボルでもある富士山がこのような状況に陥ってしまった背景には、多すぎる管理主体、縦割り行政、責任の所在の不明確さ、所有権の不明確さ等、複数の要素が複雑に絡まりあっていると推測される。

5.1.2. 富士山の管理主体

日本の国立公園は、管理が環境省、公園内の国有林は林野庁が所有、管理し、公園内の文化財は文化庁が管理することになっている。同じ公園内でも管理主体がばらばらなため、何かを決定する際には3つの機関の承諾を得る必要がある。そのため、意思決定の機動性が低くなってしまう。更に、富士山を含む富士箱根伊豆国立公園は1都3県(東京、神奈川、静岡、山梨)に、またがっているため、県同士の対立も顕在化しており、状況はより一層深刻である。現在の体制のままでは、迅速で効果的な施策を実行することは困難である。

5.1.3. 富士山の所有者

富士山の静岡県と山梨県にまたがっているが、その境は曖昧であり、どちらの県および市町村にも属していない場所が存在している。

また、「8合目から山頂の大部分は、富士宮富士山本宮浅間大社の境内とされている。もともと富士山は1604年(慶長9年)に徳川家康により富士宮富士山本宮浅間大社に贈与された。その後、明治時代に一度国有地となり宗教活動に必要な土地は無償譲与されることになったが、一部しか譲与されなかったことを受け浅間大社が返還を求めていた。長年続いた富士山本宮浅間大社と国との所有権争いは最高裁判所の判決を受け、2004年12月に正式に浅間大社のものとなった」⁸。

富士山の私有地問題、県境界線の問題が、富士山の環境マネジメントを複雑化させており、適切な環境マネジメントの弊害となっている大きな要因である。

5.1.4. 協力金徴収の課題

現在、静岡県側、山梨県側共に、山小屋トイレの利用者へ協力金という形で使用料の支払いをお願いしている。この協力金は義務化されたものではなく、支払いを強制することはできない。協力金とは、いわゆるチップのことである。

協力金は、立地条件の悪さが影響し莫大なコストが必要となるトイレの維持管理費を補填することを目的として徴収されている。その支払状況が悪いために、多くの山小屋がトイレの維持管理費を協力金のみでは賄えていない。2008年8月から9月に実施した富士山山小屋へのインタビュー結果では、維持管理費を協力金だけで賄えていると回答したのは僅か2件(5%)のみであった。

⁸ 藤井「国立公園管理体制改革～日本の国立公園の在り方と富士山入山料徴収の可能性～」

5.2. PSM 分析によるトイレ使用価格の調査

現在、静岡県側の山小屋トイレの協力金は1回 200 円と設定されているのに対し、山梨県側では1回 100 円と設定されている山小屋が多い。この協力金の金額設定を山小屋オーナーがどのように考えているのかについて、インタビューによる調査を実施した。以下のような回答・意見が得られた。

- ✓ 協力金の金額設定は県との協議の上決定している。
- ✓ 県から指導があった。
- ✓ 環境省から利益が出ない範囲で協力金金額を設定するよう指導を受けた。
- ✓ 現状の 100 円で十分である。
- ✓ 200 円が限界。これ以上値上げしても支払いに応じてもらえない。
- ✓ 吉田口登山道は静岡県側の登山道に比べ登山者が多いため、静岡県側の 200 円より安い 100 円でもある程度の費用が確保できているのではないかと。

山小屋オーナーへのインタビューから様々な情報を得ることができた。意見を集約すると、行政からの指導の下、組合等で協議をした結果、現在の 200 円（静岡県側）ないし 100 円（山梨県側）という金額に落ち着いているものと考えられる。

次に、協力金を支払う登山者側の山小屋トイレの使用料に対する意識調査を実施した。調査には、登山者の考える妥当な使用料金を調べるため PSM 分析の手法を用いた。

この調査結果により、**仮説Ⅲ**「静岡県側 200 円、山梨県側 100 円である協力金の設定に矛盾がある」の検証を行う。

5.2.1. PSM（Price Sensitivity Measurement）分析

PSM 分析とは、特定の商品やサービスの適正価格を探る分析手法の一つで、どの程度の価格だと高いと感じるか、逆に安く感じるかについてアンケートを行うことにより、理想的な価格を探る分析のことである。

質問内容はシンプルである。「高すぎると感じる価格」「高いと感じる価格」「安いと感じる価格」「安すぎて不安を感じる価格」の4つの質問をし、提示された金額のバリエーションそれぞれの受容率をグラフ上にプロットしてできた曲線の交点を求めることで、以下4つの価格を調査することができる。

上限価格：上限価格とは、最も利益が得られる価格であるが、これ以上高いと誰も支払ってくだれいという価格。

妥協価格：妥協価格とは、消費者が製品やサービスについて、この価格なら仕方ないという価格。

理想価格：理想価格とは、高すぎなく、安すぎない、消費者に最も望まれる値

頃感のある価格.

下限価格：下限価格とは、消費者がこの価格以下だと品質に問題があるのではないかと感じる価格.

5.2.2. 調査概要

- (1) 調査日時：2008 年 8 月 15 日（金）
- (2) 調査場所：富士山吉田口登山道五合目
- (3) 調査対象：登山者 ※登山をしない観光客は除く
- (4) 調査内容：PSM 分析によるトイレ使用価格の調査（図 17 参照）

富士山山小屋トイレ利用料金PSM分析									
京都大学大学院地球環境学舎修士2回生の笠井勝也と申します。 現在、富士山トイレ維持管理費徴収問題の調査を行っております。このアンケートは皆様の考える山小屋トイレの適切な利用料金を分析するものです。質問が4つのみの簡単なアンケートですので、お手数をですがご協力をお願い致します。									
【属性】						No. () 日付 年 月 日 場所 合目 ()			
性別	男性	女性							
年代	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代		
住所	都・道・府・県								
【PSM分析】									
質問① あなたは、トイレ利用料がいくらから『高い』と感じ始めますか。									
50円以下	100円	150円	200円	250円	300円	350円	400円	450円	500円以上
質問② あなたは、トイレ利用料がいくらから『安い』と感じ始めますか。									
50円以下	100円	150円	200円	250円	300円	350円	400円	450円	500円以上
質問③ あなたは、トイレ利用料がいくらから『高すぎる』と感じ始めますか。									
50円以下	100円	150円	200円	250円	300円	350円	400円	450円	500円以上
質問④ あなたは、トイレ利用料がいくらから『安すぎて快適に使用できないのでは』と感じ始めますか。									
50円以下	100円	150円	200円	250円	300円	350円	400円	450円	500円以上
ご協力ありがとうございました。									

図 17 PSM 分析によるトイレ利用料調査票

5.2.3. 回答者属性

お盆休み中で天候も良好であったため登山者が非常に多かった。アンケート調査への協力は順調に得られ、調査票配布数 100、回収数 100、無効回答数 3、有効回答数 97 という結果となった。有効回答数である 97 サンプルを集計し、PSM 分析の対象とした。

属性調査としては、性別、年代、居住地域の調査を行った。アンケート回答者の性別は、女性が約 60%、男性が約 40% という結果となり、年代については、男性は 50 代、女性では 20 代が最も多い年代であった（図 18 参照）。

居住地域は約 40% の回答者が関東地方から、約 30% が近畿地方からの登山者であった（図 19 参照）。これは団体ツアーの参加者へアンケート調査を行ったことを反映しているものと推測される。

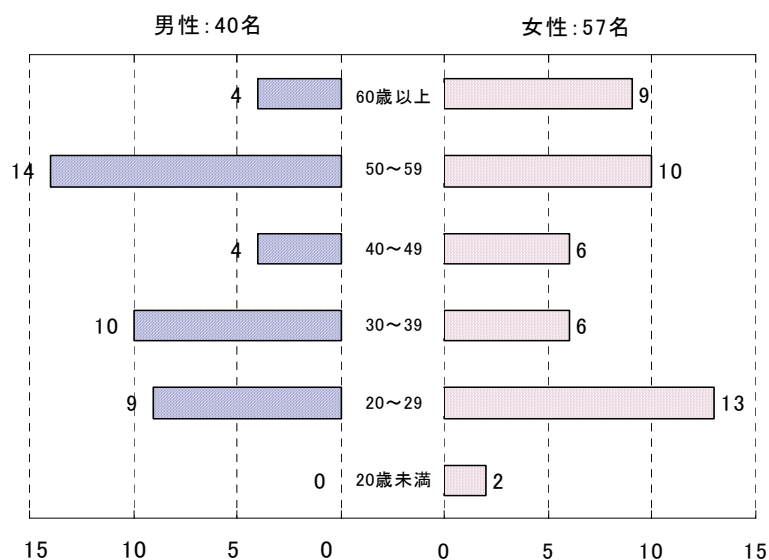


図 18 PSM 分析によるトイレ利用料アンケート回答者属性（性別・年代）

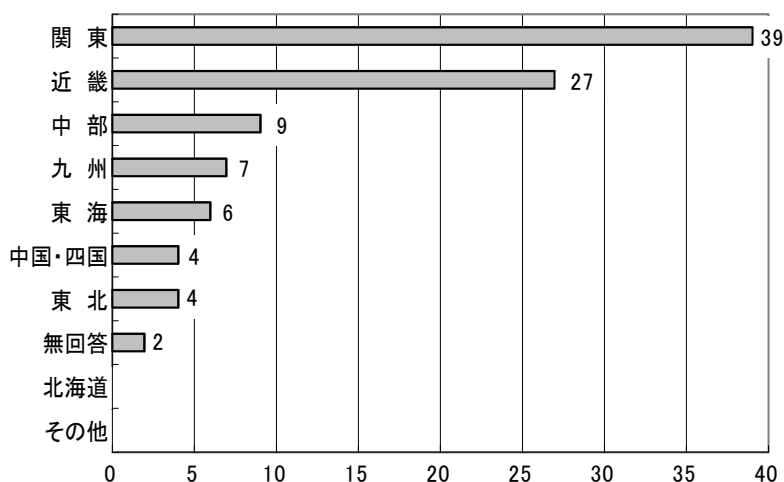


図 19 PSM 分析によるトイレ利用料アンケート回答者属性（居住地）

5.2.4. 集計結果

PSM 分析によるトイレ利用料アンケート調査で回収した 97 サンプルの集計結果は表 15 の通りである。

表 15 PSM 分析によるトイレ利用料結果集計表

	山小屋トイレ利用料金（円／回）									
	～50	100	150	200	250	300	350	400	450	500～
高 い	1	24	46	64	77	92	98	98	98	98
安 い	98	58	33	15	9	3	1	1	1	1
高すぎる	1	9	28	50	65	81	90	92	97	98
安すぎる	98	17	8	2	1	0	0	0	0	0

5.2.5. 分析結果

集計結果をグラフ上にプロットし、「高すぎる」「高い」「安い」「安すぎる」の 4 つグラフを作成した（図 20 参照）。

PSM 分析では、それぞれの曲線同士の交点を求めることで、「上限価格」、「妥当価格」、「理想価格」、「下限価格」の推定ができる。本調査の「妥当価格」は 136.2 円という結果となった（表 16 参照）。

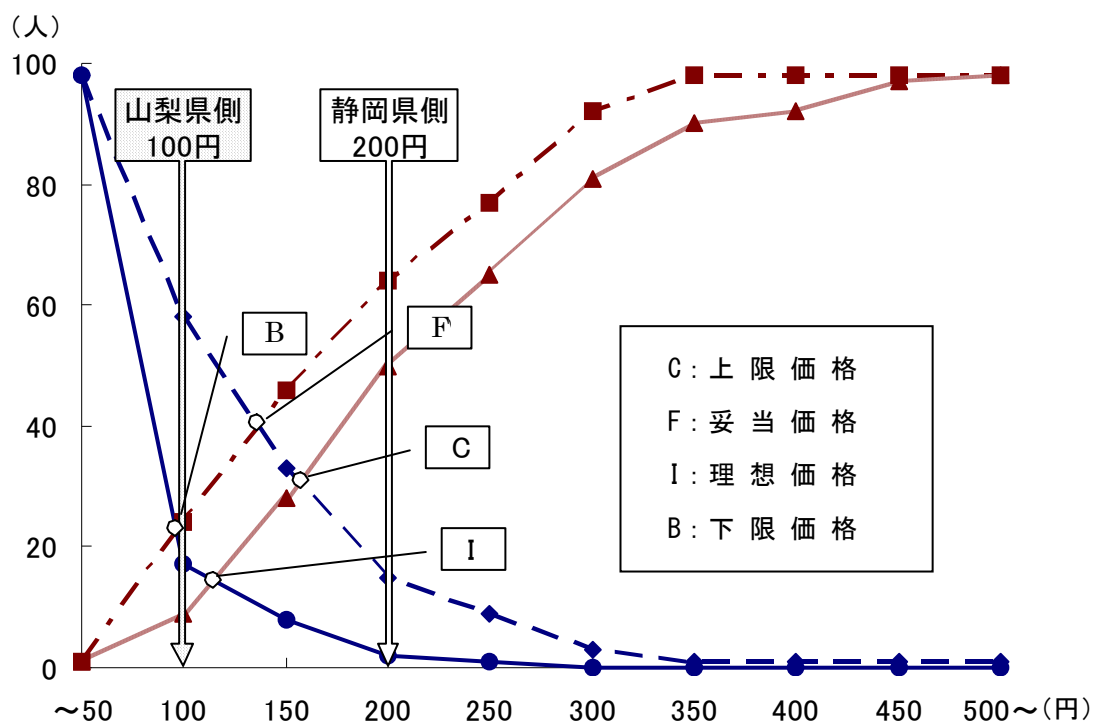


図 20 PSM 分析によるトイレ利用料分析結果

表 16 PSM 分析によるトイレ利用料価格一覧

価格名		価 格	説 明
C	上限価格	156.3 円	「高すぎる」と「安い」の交点 これ以上高い価格では支払に応じられないという価格
F	妥当価格	136.2 円	「高い」と「安い」の交点 この価格なら納得して支払える価格
I	理想価格	114.3 円	「高すぎる」と「安すぎる」の交点 高すぎず且つ安すぎない利用者が最も好む価格
B	下限価格	94.3 円	「高い」と「安すぎる」の交点 この価格では快適なトイレが使用できないのではと疑う価格

本調査では、各曲線の交点から推定された上述の 4 つの価格から、6 つの価格帯を定めた（表 17 参照）。その結果、富士山における山小屋トイレの使用料は、適正価格帯である 115 円～136 円の範囲内で設定されれば、トイレ利用者の理解を得られることが分かった。

表 17 PSM 分析結果価格帯一覧

項 目	価 格 帯	協力金設定額
受 容 価 格 帯	95 円～156 円	
高すぎる価格帯	157 円～	静岡県側：200 円
割 高 価 格 帯	137 円～156 円	
適 正 価 格 帯	115 円～136 円	
割 安 価 格 帯	95 円～114 円	山梨県側：100 円
安すぎる価格帯	～94 円	

5.2.6. PSM 分析結果考察

PSM 分析の結果から、登山者が妥当だと考える山小屋トイレの利用料金は 136.2 円という結果になった。この結果から現状の 200 円および 100 円と設定されている協力金について考察する。

静岡県側の山小屋が 200 円と設定している協力金は、PSM 分析の上限価格 156.3 円を遥かに超えている。このことから、登山者はトイレを 1 回使用するだけで 200 円を支払うというのは、かなり高額であると感じていることが分かる。一方、山梨県側の協力金の 100 円は静岡県側とは対照的に割安であると感じていること言える。

同じ富士山において協力金の金額設定に 2 倍の開きがあるのは明らかに不自然である。この理由を静岡県県民環境局へ問い合わせたところ以下のような趣旨の回答を得た。

- ▶ 静岡側は、山梨側の登山者の 7 割程度と少ないが、トイレや山小屋の数は多い（トイレ整備箇所数；静岡 24 箇所、山梨 18 箇所）。
- ▶ 山梨側は登山者が多いため、処理能力の高い焼却式を設置したところが多い。
- ▶ 焼却式は、メンテナンス費用が少なく済む方式とも言われている。
- ▶ 静岡側は環境配慮の面や見込み利用者数等を検討し、極力焼却式は採用しないで、オガクズ式や循環式などを設置するように整備を進めた経緯がある。
- ▶ オガクズ式や循環式トイレをメインに導入している静岡側の山小屋のほうが、トイレ維持管理にかかる費用負担が大きいと想定される。
- ▶ 静岡側では利用者に 1 回 200 円の負担をお願いしている所が多いのに対し、山梨側では 1 回 100 円で運営されている。両県の条件の違いや、維持管理費の回収の困難程度の違いの結果が、回収方法の違いとなり、現在のような整備の結果につながったと思われる。

静岡県側は維持管理費が多少高くなるとしても、環境に与える負のインパクトが少ないトイレを導入するよう指導したということである。しかしながら、この 200 円という価格に明確な根拠があるとの回答は得られなかった。山小屋トイレを国、県、市町村から補助金を受けて導入している以上、協力金の金額設定は、利用者が納得できる透明性の高い方法で金額が決定されるべきである。

5.3. 協力金回収方法

5.3.1. 協力金回収方法の現状

現在の山小屋トイレの協力金回収方法は、①賽銭箱方式（無人回収）、②人による回収、③コイン投入式の 3 つが採用されていることを現地調査により確認した。以下にそれぞれの回収方法の特徴を説明する。

① 賽銭箱方式（図 21）

山梨県側の吉田口登山道の山小屋トイレでは従来の賽銭箱方式が採用されていることを確認した。この方法が最も協力金の回収率が低く、多くの山小屋からトイレ利用者のマナーの悪さを指摘する意見が聞かれた。協力金を支払わない利用者が一番の問題だが、支払いに応じた利用者も 1 回 100 円の設定額



図 21 賽銭箱

を支払っているわけではないようであった。実際に回収された協力金の中には、1円硬貨や5円硬貨も多く混入しているとの意見が多かった。

② 人による回収（図 22 左）

静岡県側の一部の山小屋および吉田口頂上にある山頂民間共同トイレ、富士宮口頂上にある環境省が設置した公衆トイレでは人による回収を行っていることを確認した。最も確実に協力金を回収できる方法である。しかし、人をトイレ入り口に常駐させておくには人件費がかかる上、無人回収のトイレよりも快適なサービスを提供する要望が大きくなるというデメリットがある。時間帯によって賽銭箱方式を併用していることが多く、無人になると急激に回収金額が減ってしまうのが現状のようである。

③ コイン投入式（図 22 右）

静岡県側の登山道では、コイン投入式を採用している山小屋が多かった。コイン投入式は、トイレのドア部分に取り付けられている協力金回収装置にコインを投入することにより、そのドアを開錠するというシステムになっている。この方法は人件費がかからないが、装置設置費用やメンテナンス費用が必要となる。また、一度ドアを開錠してしまうと、施錠されるまで何人でもトイレを使用できてしまうため、人による回収に比べると回収率は若干低くなるとの意見があった。



図 22 コイン投入装置

5.3.2. 考察

現在採用されている3つの回収方法には上述のようにそれぞれ長所・短所がある。しかし、トイレの維持管理費の確保が急務である現状を鑑みると、賽銭箱方式は限界であると考えられる。吉田口登山道のほとんど全ての山小屋で現在も賽銭箱方式が採用されている背景には、静岡県側の富士宮口登山道、御殿場口登山道、須走口登山道に比べ登山者が多いことによる山小屋の営業収入の差が存在していると推測される。

国や地方自治体からの補助が無く現在のような自己処理型トイレが導入されていなかったとしても、山小屋にトイレは必要不可欠である。つまり、トイレの設置費用および管理費用の負担は、山小屋営業の経費として最初から織り込み済であるコストだと言える。また、過去に使用していた貯留式トイレと自己処理型トイレでは、快適性に雲泥の差があり、宿泊客の便益が向上するというメリットもある。更に付け加えれば、シーズン終了後に溜められた尿尿や汚物を山肌に放流していた過去と比べ、現在は装置外への放流（麓に下ろす廃棄物はある）はゼロであり、富士山の環境保全に貢献できる。

各山小屋が自己処理型トイレの維持管理に相当な手間やお金を掛け苦労しているのは理解できる。しかし、公的資金から様々な恩恵を受けてトイレを設置している以上、適切に維持管理し登山者に快適なトイレを提供する努力をすべきである。その維持管理に必要なコストをトイレ利用者全員から均等に協力金を徴収し、フリーライダーを排除することも重要な業務の1つであると考えられる。

しかし、現在一部の山小屋で採用されている人による協力金の回収や、静岡県側の多くの山小屋で採用されているコイン投入式による回収を安易に認めることは難しい。なぜならば、大原則として、協力金はトイレ使用料ではなく、トイレ使用に対するチップであるという定義があるからである。人による回収やコイン投入式は、使用者の善意から支払うチップを強制的に徴収していることに他ならない。静岡県側の山小屋がコイン投入式を採用した経緯について、静岡県県民環境局に問い合わせた。回答は以下の通りである。

- 現在のような自動徴収方式を採用したのはいつ頃からか。
 - 自動徴収方式（コイン式）の整備は、以前の垂れ流しのトイレから、環境配慮型トイレ整備と同時に設置したもので、平成14年～17年に設置されたものである。
- 自動徴収は県の指導によるものか。
 - 県からの指導ではなく、個別の山小屋事業者が必要の可否を判断して設置したものであり、全ての山小屋で採用しているわけではない。
- 自動徴収を採用した理由はなにか。
 - 個人的見解となるが、以下の理由が考えられる。
 - 維持管理に多額の負担がかかることが想定される中、賽銭箱方式のみでどの程度の協力金が回収できるか不安なため。
 - いたずらやマナー違反による対応を軽減できると考えたため。
 - 人を配置して回収することが、経営的または立地的に困難なため。
 - 上記状況を察した設計者やメーカー側からの提案があったため。
- 徴収装置の設置費の負担割合はどのくらいか。

→ 屎尿処理施設の付属施設として設置しているため、トイレ整備と同様の負担割合となる（基本的な費用負担割合は、国 5 割、県 2 割、地元市町 2 割、山小屋 1 割）。一部の山小屋では自費で後から設置したところもある。

上記回答から、コイン投入式の採用を決定したのは各山小屋自身であり、その設置費用は公的資金が利用されていることが分かる。つまり、協力金の回収率を向上させるために、県としても山小屋トイレの協力金を強制的に徴収することを黙認しているということである。この調査結果から、**仮説Ⅲ「富士山山小屋トイレ協力金徴収方法の適切性に問題がある」**は実証されたと言える。

トイレ使用に対するチップとしての位置づけである協力金が、人間やコイン投入装置により強制徴収されている現状には違和感を覚える。マナーの悪い登山者が協力金を支払わないことが原因で強制徴収を行うのであれば、協力金という文言をトイレ使用料に変える必要があるだろう。また、そのトイレ利用料は、透明性のある妥当な価格を設定することは不可欠であり、回収金額や維持管理費の変動に柔軟に対応する必要もあるだろう。いずれの方法で維持管理費を賄うにせよ、トイレ利用者が平等にコストを負担できるような仕組みを構築する必要があると考える。

5.4. CVM による入山料 WTP の調査

山小屋トイレの維持管理費は高額であるため、トイレ利用者が適切な額を確実に支払うことが望ましい。しかし、現在の協力金による山小屋トイレの維持管理費回収には、設定金額の妥当性、回収率の低さ、強制回収実施の正当性などの課題が山積している。

上述のような状況から、協力金の徴収による山小屋トイレの維持管理費確保は限界であると考えられる。このままでは、環境に優しく快適な山小屋トイレを持続的に維持・運営することが困難になってしまう可能性が高い。本研究では、協力金の徴収に比べより効果的であると思われる入山料徴収によるトイレ維持管理費の確保の実現可能性について調査を実施した。

調査方法は CVM（仮想的市場評価法）を用いた。CVM とは、生態系などこれまで価値を評価できなかった対象についても、その価値を金額で評価することができる手法である。富士山登山者の入山料に対する WTP（支払意志額）を推定し、その結果から、入山料徴収による維持管理費の確保と現状の協力金の回収とを比較・考察する。

5.4.1. 調査概要

(1) 調査日時：2008 年 9 月 7 日（日）、14 日（日）、15 日（月）

- (2) 調査場所：富士山吉田口登山道 5 合目
- (3) 調査対象：登山者 ※登山しない観光客は除く
- (4) 調査内容：山小屋トイレ維持管理費確保のための入山料 WTP 調査
- (5) 調査方法：CVM（仮想的市場評価法）

CVM はアンケートを利用して、環境が改善または破壊された状況を回答者に説明する。そして、この環境改善または破壊に対して、支払っても構わない最大の金額（WTP:支払意志額）または少なくとも補償の必要な金額（受入補償額：WTA）を調査し、その金額から環境価値を評価する手法である。本研究では、富士山における山小屋トイレの維持管理費を確保し尿尿の垂れ流しによる環境汚染を予防するために入山料を徴収することに対する WTP を調査する。これは、環境汚染の防止だけではなく、尿尿をタンクに溜めるだけの強烈な悪臭を放つ不快なトイレへの逆戻りを防ぐための WTP と言い換えることができる。

CVM には 4 つの質問方法（表 18 参照）が存在するが、本研究では二段階二項選択方式を採用した。同方式は、NOAA（米国商務省国家海洋大気管理局）のガイドラインにおいて推奨されている質問方法であり、4 つの質問方法の中で最もバイアスの影響を受け難い方法であるとされている。

表 18 CVM の質問方式

名 称	内 容	特 徴
自由回答方式	自由に金額を記入してもらう	無回答が多くなる
付値ゲーム方式	市場のセリのようにして金額を決定	回答に時間を要す最初の提示額の影響を受ける
支払カード方式	選択肢の中から金額を選択してもらう	提示した金額の範囲が回答に影響する
二段階二項選択方式	金額を回答者に提示し YES または NO で回答してもらう	回答者が答え易いバイアスが比較的少ない

（出典：栗山「公共事業と環境の価値－CVM ガイドブック」p.174, 1997）

(1) アンケート集計結果

9 月の週末 3 日間を利用してアンケート調査を実施した。調査法には前述の二段階二項選択方式を採用した。使用したアンケート調査票（図 23 参照）には、金額設定パターンを A～E の 5 つ用意した（表 19 参照）。

CVM による WTP 推定値の信頼性を高めるためにサンプル数は多いことが望ましい。本調査では、A～E の 5 パターン合計で 181 サンプル、抵抗回答や不正回答などの無効回答を除いた有効回答数が 155 となった。この結果、十分なサンプル数とは言えないが、推定された WTP は参考値として利用できるものとする。各

パターン回答数等の内訳を下表に示す（表 20 参照）.

表 19 CVM 金額パターン

パターン	提示金額（円）		
	第 1 提示額	第 2 提示額	第 3 提示額
A	500	1,000	250
B	1,000	2,000	500
C	2,000	3,000	1,000
D	3,000	5,000	2,000
E	5,000	10,000	3,000

表 20 入山料 WTP アンケート調査回答者数

回答種類		パターンA	パターンB	パターンC	パターンD	パターンE
配布数		40	36	35	35	35
回答者数		40	36	35	35	35
有効回答数		38	34	29	29	25
無効回答	抵抗回答数	2	2	6	5	10
	不正回答数	0	0	0	1	0

パターン A

『富士山の環境保全に関するアンケート』

現在、山小屋トイレの維持管理費徴収問題について調査をしています。是非とも富士山の環境保全に寄与する調査にご協力ください。

なお、この調査は大学院生が学術的な目的で行うもので、関係自治体・関係諸機関とは一切関係ありません。結果は学術的な目的のみに使用され、個人を特定するようなことはございません。

【説明】

富士山の各山小屋は、国や地方自治体の補助金を受け、環境に優しい自己完結型トイレを設置しました。これにより「白い川」と呼ばれた尿尿の垂れ流しによる環境汚染は解決しました。しかし、トイレ使用の際の協力金の徴収状況が思わしくなく、維持管理費や将来のトイレ入れ替え費用の確保が困難な状況となっています。このままでは、尿尿を垂れ流しにしてしまう事態に逆戻りしてしまうのではと懸念されています。



【質問】

それでは質問に入ります。山小屋トイレの維持管理費を確保し尿尿の垂れ流しを防ぐため、

【問 1】

仮に、1人あたり500円の入山料を徴収することで快適なトイレが維持でき、尿尿の垂れ流しを防げるとします。あなたはこの費用を支払ってもよいと思いますか。

1. はい

2. いいえ

【問 1 a】

それでは、1人あたり1000円の入山料でも支払ってもよいと思いますか。

1. はい

2. いいえ

【問 1 b】

それでは、1人あたり250円の入山料であれば支払ってもよいと思いますか。

1. はい

2. いいえ

裏面【問 1e】へ

【問 1 c】

「はい」と回答された方は、最高いく
らまでなら支払に応じられるか、具体的
に金額を記入してください。

(_____ 円)

裏面【問 1e】

【問 1 d】

「いいえ」と答えた方は、その理由としてもっとも重要なもの1つに○をつけてください。

1. もっと安ければ支払う。(_____ 円)
2. トイレの維持管理費は山小屋が負担すべきだ。
3. 入山料ではなくトイレの利用料を徴収すべきだ。
4. その他(理由: _____)

裏面【問 2】へ

図 23 CVM アンケート調査票 (パターン A 表)

【問 1 e】

前問で「入山料を支払ってもよい」と答えた方は、その理由としてもっとも重要なもの 1 つに○をつけてください。

1. 富士山の環境を破壊したくない。
2. 悪臭の少ない快適なトイレを使用したいから。
3. 地下水の汚染を予防したいから。
4. 富士山を世界遺産に登録したいから。
5. その他 ()

a. 男性 b. 女性

a. 20 歳未満 b. 20～29 歳 c. 30～39 歳
d. 40～49 歳 e. 50～59 歳 f. 60 歳以上

a. 会社員 b. 公務員 c. 自営業 d. 主婦
e. 学生 f. 無職 g. その他

a. はい b. どちらでもない c. いいえ

a. 北海道 b. 東北 c. 関東 d. 中部 e. 東海
f. 近畿 g. 中国・四国 h. 九州 i. その他（海外）

a. 初めて b. 2 回目 c. 3 回目 d. 4 回目 e. 4 回以上

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

図 23 (つづき) CVM アンケート調査票 (パターン A 裏)

(2) 回答者の属性

回答者の属性調査として、①性別、②年齢、③職業、④居住地、⑤年収、⑥富士登山回数、⑦世界遺産登録に賛成か、について質問した。以下に各質問に対する回答結果について述べる（図 24 参照）。

① 性別

男性：約 45%，女性：約 55%と女性のほうが若干多い。

② 年齢

20 歳未満：6%，20 歳代：12%，30 歳代：18%，40 歳代：18%，50 歳代：24%，60 歳以上：17%。40 歳以上の割合が約 60%を占めていることから、アンケート回答者の年齢は比較的高めであることが分かる。

③ 職業

会社員：44%，主婦：17%，学生：12%，無職：5%，公務員：4%，自営業：4%，無回答：14%。年齢層が比較的高めであることを考慮すると妥当だと思われる。

④ 居住地

関東：48%，近畿：21%，中部：17%，東海：7%，九州：3%，中国・四国：2%，東北：2%。日本全国から登山者が集まっていることが分かる。

⑤ 世帯年収

300 万円以下：12%，300 万～500 万円：12%，500 万～700 万円：19%，700 万～1000 万円：24%，1000 万～1500 万円：2%，無回答：31%。質問の性質上、無回答の割合が高くなった。また、登山者の年収に大きなばらつきが発生している。

⑥ 富士山登山回数

初めて：58%，2 回目：13%，3 回目：8%，4 回目：5%，5 回目以上：8%，無回答：8%。初登山が全体の約 6 割を占めている。

⑦ 世界遺産への登録

賛成：58%，どちらでもない：21%，反対：9%，無回答 21%。反対が 9%となったことから、多くの方が世界遺産登録を希望していることが分かる。

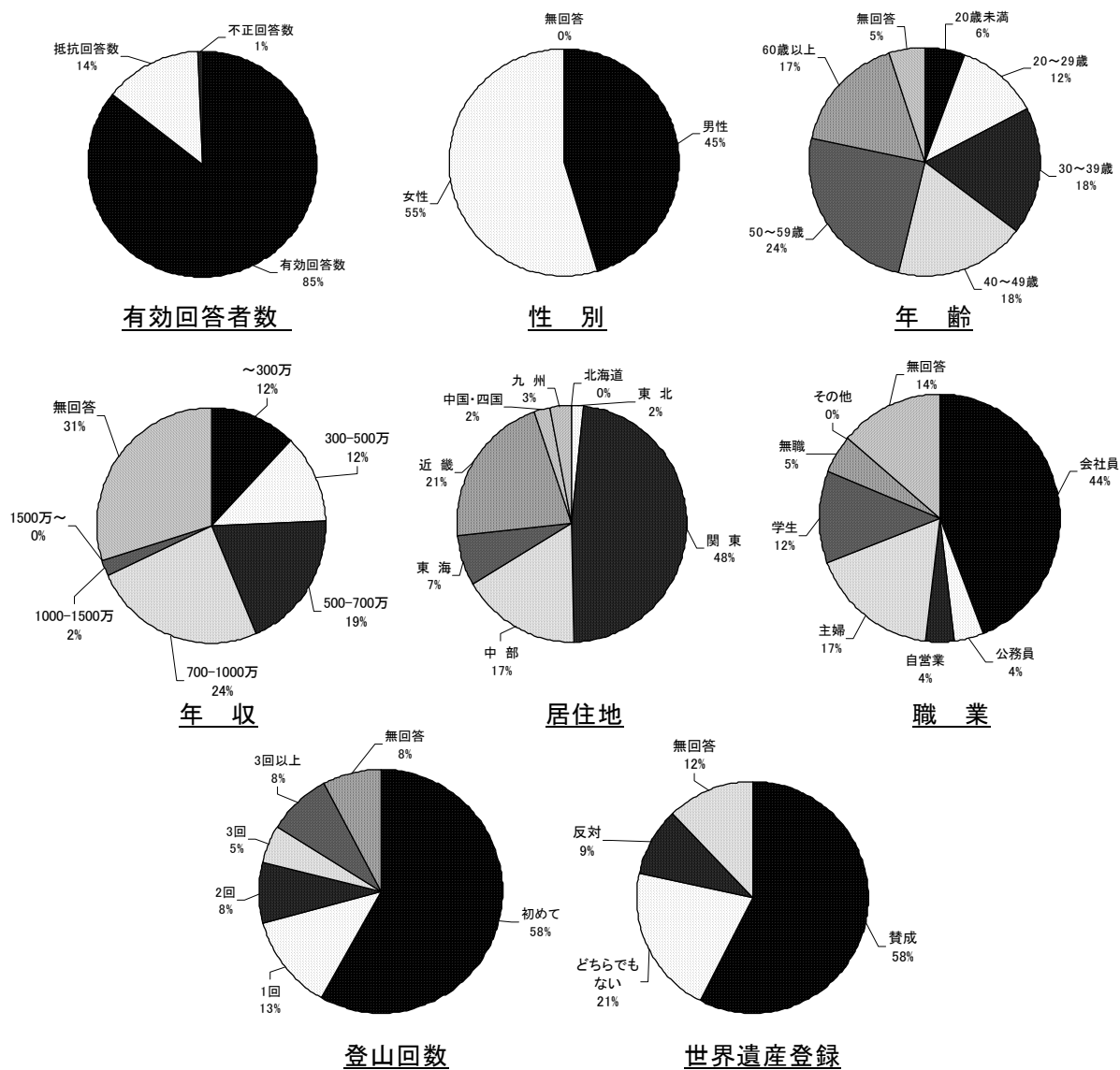


図 24 入山料 WTP 調査回答者属性

5.4.3. WTP の推定

A～E の 5 つのパターンにおける各提示金額への回答結果（表 21 参照）および各提示金額受諾率（表 22 参照）は以下の通りである。

入山料の金額が 250 円の場合、100%（38 人／38 人）が支払いに応じるという結果になった。500 円でも 91.7%（66 人／72 人）と入山料を支払うとの回答が大半を占めている。しかし、1,000 円になると 59.4%（60 人／101 人）と支払に応じ

る割合は減少し、2,000 円では 13.0%（12 人／92 人）と急激に支払うという意見が減少する結果となった。10,000 円に至っては 0%（0 人／25 人）という結果になっている。

表 21 入山料調査アンケート回答結果

パターン	提示金額（円）			問 1 a（数）		問 1 b（数）		回答合計（人）
	問 1	問 1 a	問 1 b	はい	いいえ	はい	いいえ	
A	500	1,000	250	18	16	4	0	38
B	1,000	2,000	500	3	16	13	2	34
C	2,000	3,000	1,000	1	2	20	6	29
D	3,000	5,000	2,000	0	2	4	23	29
E	5,000	10,000	3,000	0	2	3	20	25

表 22 支払金額別受諾率

提示金額	受諾確率
0円	1.00
250円	1.000
500円	0.917
1,000円	0.594
2,000円	0.130
3,000円	0.096
5,000円	0.037
10,000円	0.000

アンケートの集計結果を基に WTP の推定を行った。二段階二項選択方式の WTP 推定方法にはパラメトリック推定法とノンパラメトリック推定法がある。パラメトリック推定法は、特定な累積分布関数の形状を仮定し母集団 WTP 分布を表現する方法である。一方、ノンパラメトリック推定法は、各提示金額について受諾者の割合を、その提示金額に対する受諾率として、これらを結んだ受諾率曲線から

WTP を推定する方法である。本調査では、推定過程が理解しやすく、分布や効用関数の仮定を置かず母集団分布に忠実であること、およびプレテスト的位置付けであることから、ノンパラメトリック推定法を採用した。ノンパラメトリック推定法を用いた WTP の算出手順は以下である。

まずは、各提示金額に対する受諾率をグラフ上にプロットする。横軸を各提示金額、縦軸を受諾率とした受諾率曲線を作成した（図 25 参照）。次に、確定した受諾率曲線より、横軸および縦軸と受諾率曲線に囲まれる部分の面積を求め（表 23 参照）、それらを合計することで WTP を算出した。

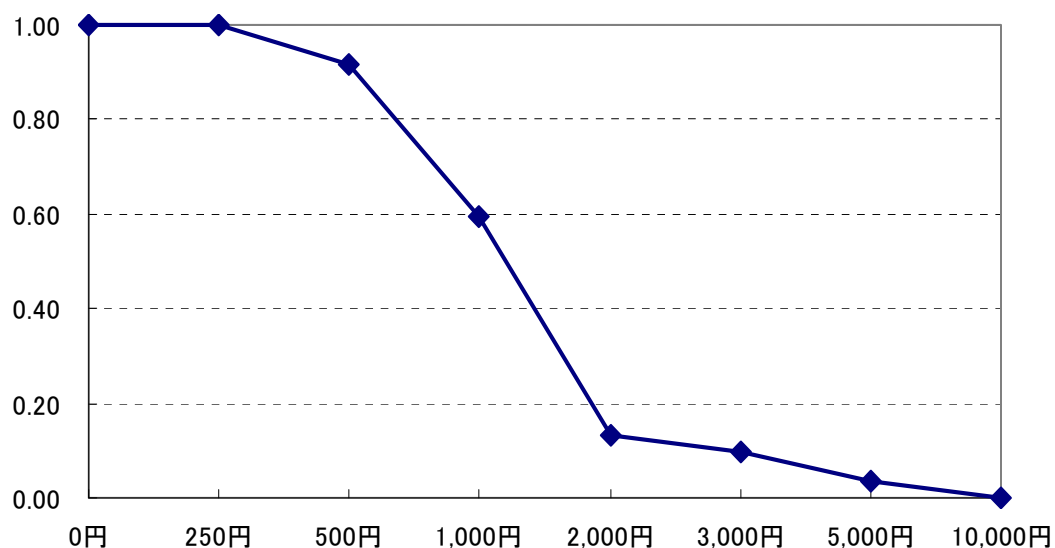


図 25 富士山入山料 WTP 受諾率曲線

表 23 WTP の推定

区 間	区 間 幅	台 形 の 面 積
0円 ～ 250円	250円	250
250円 ～ 500円	250円	240
500円 ～ 1,000円	500円	378
1,000円 ～ 2,000円	1000円	362
2,000円 ～ 3,000円	1000円	113
3,000円 ～ 5,000円	2000円	133
5,000円 ～ 10,000円	5000円	93
WTP		1,569

$$WTP = 250 \times \frac{(1.00 + 1.00)}{2} + 250 \times \frac{(1.00 + 0.917)}{2} + 500 \times \frac{(0.917 + 0.594)}{2} + 1,000 \times \frac{(0.594 + 0.130)}{2} + 1,000 \times \frac{(0.130 + 0.096)}{2} + 2,000 \times \frac{(0.096 + 0.037)}{2} + 5,000 \times \frac{(0.037 + 0.000)}{2} = 1,569 \text{ 円}$$

富士山における山小屋トイレ維持管理費確保のための入山料に対する 1 人当たりの WTP をノンパラメトリック推定法により算出した結果、上式の通り 1,569 円となった。

5.4.4. バイアスの影響

CVM により推定された WTP は各種バイアスの影響を受けている可能性が懸念される。これまでに知られているバイアスは表 24 の通りである。

表 24 CVM における主要なバイアス

バイアス名	効 果
開始点バイアス	付値ゲームの開始金額が影響
範囲バイアス	選択枝の金額範囲が影響
戦略バイアス	意図的に過大・過小な評価
追従バイアス	質問者が喜ぶような回答
部分全体バイアス	評価する対象を過大または過小に認識
支払手段バイアス	税金、基金、募金など支払手段で金額が変化
受容バイアス	質問内容に関わらず Yes と回答

(出典: 栗山「公共事業と環境の価値—CVM ガイドブック」p.174, 1997)

以下に本調査におけるバイアスの影響を検証する。

① 開始点バイアス

二項選択方式では開始点バイアスが潜在的に存在する。本調査の提示金額のバリエーションは 250 円から 10,000 円であったが、WTP は 1,569 円という結果となったことから開始点バイアスの影響は軽微であると考えられる。

② 範囲バイアス

二項選択方式では範囲バイアスは存在しない。

③ 追従バイアス

可能性は否定できないが、調査者が一学生であることを考慮すると影響は小さいと考えられる。

④ 部分全体バイアス

評価対象地でアンケート調査を実施していることから、過大・過小評価の可能性は小さいものと考えられる。

⑤ 支払手段バイアス

入山時に入山料を支払うという仮定で調査を行った。特殊な支払方法ではないことから影響は小さいものと考えられる。

⑥ 受容バイアス

二項選択方式は Yes, No を選択して回答する方式であるため、受容バイアスは常に存在する。このバイアスの影響の分析は困難だが、WTP を上昇させる方向に影響を与えているものと推測される。

5.4.5. 考察

本調査から推定された WTP:1,569 円という結果は、富士山登山者の環境に対する意識の高さを表していると考ええる。

前述の現状の協力金設定額によるバイアスの検証内容の通り、登山中に支払うべき妥当な金額以上の 1,569 円が WTP と推定されているということは、本調査での有効回答者 155 名の登山者は、適切なトイレ使用の際には、協力金を適切に支払う意思があるということである。また、金額に係らず入山料の支払に応じると回答した方にその理由を選択方式で尋ねたところ、「富士山の環境保全のため」との回答が 60%を超えた（図 26 参照）。

つまり、現在のような協力金未払い問題は、登山者のモラルの問題というよりも、料金回収システムの問題であると言える。このような現状を改善するための対策については 6 章で述べる。

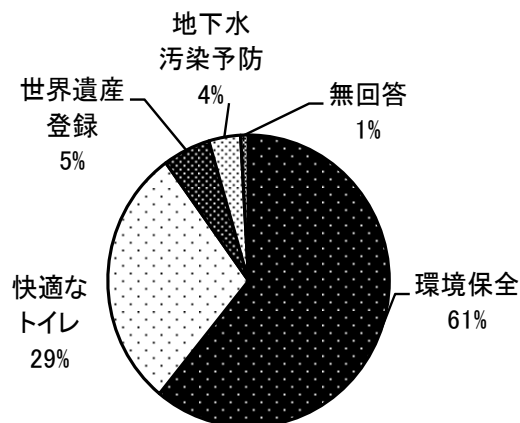


図 26 入山料支払に応じる理由

6. 結 論

6.1. 仮説の検証結果

本研究は、富士山の山小屋トイレに設置されている環境に優しく快適な自己処理型トイレの維持管理費回収問題の現状を調査し、その問題点を明確すると同時に、今後どのような対策を施すべきかについて考察することを目的としている。

現在のような状態が続けば、各山小屋が維持管理に多額の資金が必要となる自己処理型トイレを放棄してしまい、過去に使用していた貯留式トイレに逆戻りしてしまうことが危惧されている。貯留式トイレが復活してしまえば、過去の負の遺産である屎尿やごみを山肌に垂れ流すことに起因する「白い川問題」が再発してしまう。本研究では、現状の課題を明確にするため3つの仮説を立てた。以下に、Ⅰ～Ⅲの検証結果について述べる。

仮説Ⅰ 富士山の環境マネジメントに適していない維持管理費が高額なトイレが設置されている

現在、富士山の山小屋には、オガクズ式、浄化循環式（牡蠣殻）、焼却式など複数の自己処理型トイレが導入され稼動している。各処理方式は異なるメリット・デメリットを持っており、装置稼動に必要なランニングコストにもばらつきが発生していると予想された。

仮説Ⅰを検証するため、各山小屋へインタビュー調査を実施した。調査では、自己処理型トイレの選定のための主要な条件と考えられるランニングコストについて詳細なデータを得ることができなかった。そのため、各処理装置のランニングコストを環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書および製品パンフレット等からデータを援用することとした。ランニングコストとしては、廃棄物処理費、電力料金、専門管理費、消耗品費、トラブル対応費を取り上げた。これらのデータを各装置の平常時利用者人数で除することで原単位とし、この値を比較することでランニングコストの評価を行った。

評価の結果、最もランニングコストが高い装置は最も低コストの装置と比べ、約 3 倍コスト高であることが分かった。この比較結果に採用したデータの条件や正確性に多少の不安はあるとしても、約 3 倍の違いは大きい。この結果から、仮説Ⅰ「富士山の環境に適していない維持管理費が高額なトイレが設置されている」は実証されたと言える。

仮説Ⅱ 静岡県側 200 円、山梨県側 100 円である協力金の設定に矛盾がある

仮説Ⅱを検証するため、山小屋、登山組合、行政担当者へのインタビュー調査を実施した。まず、協力金の金額が 200 円および 100 円に設定された背景を各主体に尋ねた結果、「環境省や県からの指導の下、各山小屋が決定している」ということが分かった。

次に静岡県側と山梨県側とで金額設定に 2 倍の差がある根拠を各主体へのインタビューにより調査した。その結果、山小屋からの回答には「山梨県側は登山者が多いため、安めの金額設定でも維持管理費を賄っているのではないか」という意見が多かった。また、静岡県県民環境局の担当者からは「静岡県側は維持管理費が多少高くなるとしても、環境に与える負のインパクトが少ないトイレを導入するよう指導したという経緯がある」との回答を得た。しかしながら、この 200 円ないし 100 円という設定価格に明確な根拠があるとの回答は得られなかった。

山小屋トイレを国、県、市町村から補助金を受けて導入している以上、協力金の金額設定は、利用者が納得できる透明性の高い方法で金額が決定されるべきであると考ええる。

以上のような理由から、仮説Ⅱ「静岡県側 200 円、山梨県側 100 円である協力金の設定に矛盾がある」は実証されたものと言える。

仮説Ⅲ 富士山山小屋トイレ協力金回収方法の適切性に問題がある

仮説Ⅲを実証する過程で、静岡県側と山梨県側とでは、協力金の回収方法についても違いがあることが分かった。静岡県側の多くの山小屋ではコイン投入式と呼ばれる強制徴収方式を採用している。一方、山梨県側では、従来からの賽銭箱式を採用している。この回収の違いについても、各主体へインタビュー調査により検証を行った。

山梨県側の賽銭箱方式を採用している山小屋からは、「登山者のマナーが悪く、協力金の回収率が低いためトイレ運営は赤字である」という意見が多く聞かれた。静岡県側のコイン投入式を採用し強制徴収している山小屋からも、「協力金のみでは維持管理費が賄えていない」、もしくは「何とか賄えてはいるが、人件費や突発的な故障まではカバーできない」という意見が聞かれた。

5 章 3 節で述べているように、現在採用されている「賽銭箱方式」、「人による回収」、「コイン投入式」の 3 つの回収方法には異なる長所・短所がある。トイレの維持管理費の確保が急務である現状を鑑みると、最も協力金の回収率が低い賽銭箱方式は富士山の現状に不適切な方式であると考ええる。

しかしながら、現在一部の山小屋で採用されている「人による協力金の回収」や、静岡県側の多くの山小屋で採用されている「コイン投入式」による回収を安易に認めることは難しい。なぜならば、大原則として、協力金はトイレ使用料ではなく、トイレ使用に対するチップであるという性質を持っているからである。

上述の調査結果から、現在の協力金回収方法に複数の課題が存在していることが分かる。よって、仮説Ⅲ「富士山山小屋トイレ協力金回収方法の適切性に問題がある」は実証されたと言える。

6.2. 自己処理型トイレ選定方法

本研究で実証された「富士山の環境に適していない維持管理費が高額なトイレが設置されている」状況に陥ってしまった原因には、自己処理型トイレ選定方法

が確立されていないことが大きな要因であると考えている。

本研究では、総合パフォーマンス評価による自己処理型トイレのスコアリングを実施した。総合パフォーマンスとは、環境（CO₂排出量，廃棄物発生量），快適性（臭気，操作性），経済性（イニシャルコスト，ランニングコスト）の3つのパフォーマンスを指している。評価に用いたデータは、環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野の実証試験結果報告書および装置パンフレット等から採用した（スコアリング方法の詳細については4章を参照）。

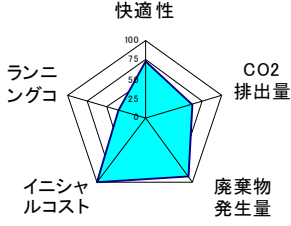
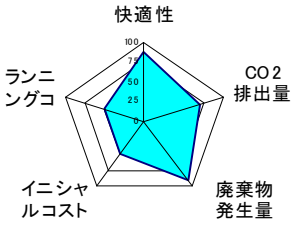
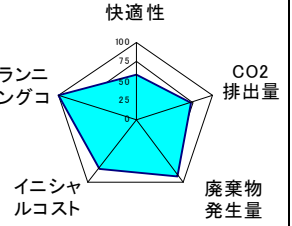
総合パフォーマンス評価による自己処理型トイレのスコアリング結果から、各自己処理型トイレのスコアが算出された。スコアの高低はその装置の優位性を表すものであるが、実際のトイレ選定時には単純にこのスコアを頼ることはできない。その根拠は以下の3点であり、この3点は選定方法の重要なポイントであると考えられる。

- ① 各自己処理型トイレはそれぞれ異なるコンピテンスを有しており、スコアの高低で単純に比較することはできない。
- ② 設置者がどのような自己処理型トイレを好むのかケースバイケースである。
- ③ 設置場所の制約条件と自己処理型トイレの設置条件とが一致しなければ設置は困難である。

先ず、「① 各自己処理型トイレはそれぞれ異なるコンピテンスを有しており、スコアの高低で単純に比較することは合理的ではない」という根拠を、現在、富士山に設置されている3つの自己処理型トイレのスコアリング結果から説明する。

表25に掲載されている3つの装置の総合スコアは76.4～72.1とほぼ同等である。しかし、各パフォーマンスの要素別スコアを見てみると、要素によって最高スコアとなっている装置が異なることが分かる（表25参照 ※最高スコア：実線（赤），2番目に高いスコア：点線（青））。

表 25 総合パフォーマンス評価によるスコアリング結果

実証番号		030-0302	030-0402	030-0403
処理方式		生物処理方式	生物処理方式	生物処理方式
技 術 名		オガクズ式	牡蠣殻式	土壌処理方式
レーダーチャート				
快適性	快適性	73.7	87.0	58.4
	スコア	24.5	29.0	19.4
環境	CO ₂ 排出量	60.6	71.8	73.4
	廃棄物発生量	90.0	90.0	90.0
	スコア	25.1	26.9	27.2
経済性	イニシャルコスト	100.0	50.0	78.8
	ランニングコスト	35.1	50.3	100.0
	スコア	22.5	16.7	29.8
総合スコア		72.1	72.6	76.4

3つの装置を比較すると、オガクズ式はイニシャルコスト、牡蠣殻式は快適性、土壌処理方式はCO₂排出量とランニングコストにおいて、他の自己処理型トイレより優位性を持っていると言える。この比較結果から、スコアの大小のみで単純に装置の良し悪しを判断することは非合理的であると考ええる。

次に、「② 設置者がどのような自己処理型トイレを好むのかケースバイケースである」について述べる。これは当然の事ながら、設置者により求めるパフォーマンスに違いはあるということである。この設置者の意思を自己処理型トイレの選定に反映させる必要がある。総合パフォーマンス評価によるスコアリングの過程において、各パフォーマンススコアに選好係数を乗じることで対応することが可能であると考ええる。

最後に、「③ 設置場所の制約条件と自己処理型トイレの設置条件とが一致しなければ設置は困難である」について考察する。設置場所の制約条件には、自然条件、インフラ条件、施設条件、法令条件等、様々な条件が想定される。自己処理型トイレの設置に際しては、総合パフォーマンススコアが高い装置でも、その処理技術の特性や処理装置の物理的な設置条件が、設置場所の環境に適さないケースもある。このような場合、スコアを多少低くても設置場所の制約条件を満たす装置を導入すべきである。自己処理型トイレの特性と設置場所の制約条件との相性を十分に考慮して選定を行うことが重要である。

自己処理型トイレの選定には、上述のように様々な角度から各屎尿処理装置の性能や特徴を分析する必要がある。現時点では、本研究以外に定量情報を含む選定方法の研究結果は発表されていない。現在、環境技術実証モデル事業・山岳トイレ技術分野で実証番号を交付された装置が9つある。これだけのデータがあれば、自己処理型トイレ選定方法の開発は可能であると考えられる。今後も税金を投入してトイレの整備や管理を行っていくのであれば、行政が責任を持って信頼できるデータから作成したトイレ選定ガイドラインを作成する必要があるだろう。ライフサイクルの観点から総合的に各屎尿処理装置を比較評価し、トイレの利用者および設置場所の環境に最適な装置を導入することが望まれる。

6.3. 山小屋トイレの持続可能なマネジメント

本研究では、富士山屎尿処理マネジメントを山小屋トイレの維持管理費に焦点を当て、適切な自己処理型トイレの導入による維持管理費の削減、適切な協力金額の設定および適切な回収方法の採用による維持管理費の確保について考察した。

各課題に対する考察及び対策は前述の通りであるが、全ての課題の背景に共通してある問題は、富士山の管理主体の多さとその責任範囲の複雑さである。

富士山は日本人にとって数少ない世界に誇れる象徴的な存在であり、私たちはその存在から恩恵を受けていると言える。しかしながら、屎尿が垂れ流し、ごみの不法放棄、自動車乗り入れによる大気汚染など様々な問題を抱えている。国や地方自治体も縦割り行政の弊害や、土地所有権などの問題により管理の主導権を握れない

という事情がある。そのため、あらゆる決定が遅いばかりでなく、効果的な改善策を実施するための各管理主体間の合意形成が非常に困難であると言える。

環境問題を解決するためには現状の縦割り行政を改善する必要がある。特に複雑な管理主体間の関係が大きな問題であることから、富士山を管轄する専門機関を設置することを提案する。この専門機関を形だけの物にしないため、あらゆる権限を国や自治体から委譲するべきである。この機関を核とし、富士山の抱える環境問題解決のための対策を、迅速且つ柔軟に実行に移せるようなシステムの構築が急務である。その財源を入山料徴収制度の導入により確保するというのも1つの方法であると考えられる。

本研究の結果から、多くの登山者が山小屋トイレを維持するため、入山料という形でお金を支払う意思を持っていることが分かった。その支払意志額は1,569円であり、現状の協力金で換算すると、7回（静岡県側）～15回（山梨県側）以上トイレを利用し、決められた協力金額を確実に支払う意思があることを意味する。現実的には全ての登山者が頂上まで登るわけではなく、日帰りで登山を楽しむ登山者も多い。仮に一泊二日で頂上まで登った場合でも、トイレ利用回数はせいぜい10回前後だと考えられる。つまり、1,569円というWTPは、現在求められている協力金額以上のお金を支払ってでも、富士山の環境汚染を防止したいという登山者の環境への意識の高さが反映している金額であると評価できる。

富士山は日本一高いだけでなく、四季折々の表情を見せる美しい独立峰であること、宗教的な聖地であることから、独特なブランドを持った山であると言えるだろう。このような魅力に惹きつけられ、年間30万人以上の登山者が富士山を訪れている。これだけの人間が入山することによる環境への影響は決して小さくなく、富士山のキャパシティを超えているものと考えられる。入山料徴収制度を導入することにより、山小屋トイレの維持管理費を確保できるだけでなく、オーバーユース状態を解消する効果も期待できるだろう。

最後に、我々が忘れてはならない重要なことは、日本人の心の故郷である富士山をこれ以上汚染することのないよう心掛けて行動することである。世界文化遺産への登録や登山電車開通計画など話題が耐えない富士山だが、近い将来、環境問題解

決のお手本として世界中にその名が広まることを期待している．本研究の成果が，富士山環境マネジメントの改善の一助となれば幸甚である．

引用・参考文献

引用文献

上幸雄, 加藤篤「山岳高冷地におけるし尿処理技術の現状」(『月間浄化槽』 No.331, 2003 年 11 月号) pp.9～17

加藤篤 「山岳トイレ技術分野の概略と期待」 (『環境研究』 No.139, 2005) pp.87～96

栗山浩一「公共事業と環境の価値－CVM ガイドブック」 p.174, 1997

中央大学環境問題研究会 「富士山におけるエコツーリズム－環境と経済の両立と管理主体の統一－」 p.20, 2005

特定非営利活動法人「山の ECHO 通信 No.13」 2007.11

特定非営利活動法人・富士山検定協会『富士山検定公式ガイドブック』(初版 2006.12.25)

藤井「国立公園管理体制改革～日本の国立公園の在り方と富士山入山料徴収の可能性～」

山岳トイレ技術シンポジウム開催事務局「山岳トイレ技術シンポジウム－山岳トイレ技術の現状と将来－」 2008.2.26, p.20

World Commission on Environment and Development, 1987, *Our Common Future*, Oxford University Press

引用 URL

環境省：<http://www.env.go.jp/>

環境省関東地方環境事務所：<http://www.fujisan-net.jp/data/article/1038.html>

静岡県：<http://www.pref.shizuoka.jp/kankyou/ka-070/fujisanpage/toile/index.htm>

富士砂防事務所：<http://www.fujisabo.go.jp/>

富士山ネットワーク：<http://www.fujisan-net.gr.jp/>

富士山に行こう！：<http://fuji.yamaiko.com/>

参考文献

伊藤太一「江戸時代の富士登山から考える自然地域レクリエーションの有料化」(『国立公園』 No.644,2006.6) pp.4～7

岩崎勝義, 他 5 名「環境低負荷型トイレの現状と課題」(『エネルギー・資源学会第 20 回研究発表会講演論文集』 Vol.20, 2001.6.1)pp.359-364

- 上幸雄「建物用途別の事例（６）震災・災害時のトイレ」（『空調・衛生工学』第 79 巻, 第 3 号, 2005.7） pp.47～52
- 上幸雄「災害時のトイレ事情と対策の方向」（『公共建築』 Vol.48, No.188, 2006.4） pp. 56～58
- 上幸雄「途上国におけるトイレ問題とその改善事例」（『下水道協会誌』 Vol.40, No.484, 2003.2.15） pp.43～52
- 上幸雄「山岳自然環境におけるトイレ整備と浄化技術」（『国立公園』 通号 652, 2007.4） pp.20～23
- 宇仁菅伸介「環境技術の最新動向」（『環境研究』 No.139, 2005） pp.40～46
- 小川雄比古「建物用途別の事例（５）山岳地域トイレ」（『空気調和・衛生工学』第 79 巻, 第 3 号, 2005.7） pp.43～46
- 加藤篤, 上幸雄「自己処理トイレについての技術的概略—持続的な衛生対策のあり方を考える—」（『用水と廃水』 Vol.45, No.3, 2003.3） pp.254～260
- 川崎淳司「排水処理技術分野の国際協力」（『環境技術』 Vol.34, No.11, 2005.11.20） pp.775-779
- 小林将也, 他 4 名「バイオトイレの使用者評価—富士山での実証試験—」（『土木学会第 56 回年次学術講演会』 2001.10） pp.186～187
- 清水清文, 斉藤明, 近藤進「災害用トイレの調査検討について」（『北陸地方整備局管内技術研究会論文集』 Vol.2006 年度, 2006.7） pp. 349～352
- 庄子康, 栗山浩一「自然公園において利用料金導入がもたらす過剰利用の抑制効果:CVM (仮想的市場評価法)を用いたケーススタディー」（『日本森林学会』 Vol.81, No.1(1999,2,16) pp. 51-56
- 寺沢実, 橘井敏弘「おがくずを用いた乾式し尿処理装置の開発」（『環境研究』 No.139, 2005） pp.13～18
- 肥田野登『環境と行政の経済評価』 勁草書房 1999
- 穂苅康治「山岳トイレの課題と展望」（『廃棄物学会研究討論会講演論文集』 2007） pp.57～60
- 山下亨「災害時のトイレ権—阪神・淡路大震災のトイレ大混乱を省みて—」（『近代消防』 2005 年 2 月臨時増刊号） pp.98～109

山本清龍「尾瀬ヶ原および富士山における自然公園利用者の属性と意識の差異」（『L R J』68（5）,2005） pp.733～736

渡辺孝雄「山岳トイレに用いられるコンポストトイレの実態調査」（『月間浄化槽』No.340, 2004年8月号） pp.36～39

参考 URL

㈱オリエント・エコロジー：<http://www.toyo-const.co.jp/orieco/index.html>

㈱東陽綱業：<http://www.toyo-bianics.co.jp/>

㈱リنفォース：<http://www.reinforce.co.jp/>

正和電工㈱：<http://www.seiwa-denko.co.jp/>

富士山表富士宮口登山組合：<http://www.fuji-tozan.com/>

富士山を世界文化遺産に：<http://www.fujisan-3776.jp/touroku/godokaigi.html>

富士市：<http://www.city.fuji.shizuoka.jp/>

富士宮市：<http://www.city.fujinomiya.shizuoka.jp/>

富士吉田市：<http://www.city.fujiyoshida.yamanashi.jp/forms/top/top.aspx>

ニッコー㈱：<http://www.nikko-company.co.jp/>

ネボン㈱：<http://www.nepon.co.jp/>

山梨県：<http://www.pref.yamanashi.jp/pref/index.jsp>

有限会社山城器材：<http://www.yamashirokizai.co.jp/>